DIE

ELECTRICITÄT IN DER MEDICIN.





DIE

ELECTRICITÄT IN DER MEDICIN.

STUDIEN

von

Dr. HUGO ZIEMSSEN,

ord. Professor der speciellen Pathologie und Therapie, Director der medicin. Klinik und Poliklinik an der Universität zu Erlangen.



Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit zwanzig Holzschnitten und einer lithographirten Tafel.

BERLIN, 1864.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

Unter den Linden 68.

Druck der A. E. Junge'schen Universitäts-Buchdruckerei (E. Th. Jacob) in Erlangen.

HERRN

Dr. FELIX NIEMEYER

ordentl. Professor der Pathologie und Therapie, Director der medicinischen Klinik
an der Universität zu Tübingen

widmet diese Blätter

als Zeichen seiner Freundschaft und Verehrung

DER VERFASSER.

VORWORT

zur zweiten Auflage.

Dass diese Schrift erst jetzt wieder im Buchhandel erscheint, obgleich sie schon vor drei Jahren vergriffen war, ist lediglich meine Schuld; die Verlagshandlung hat es nicht an Aufforderungen fehlen lassen. Ich war in meinem früheren Wirkungskreise sowohl durch praktische Thätigkeit als durch anderweitige Arbeiten dergestalt in Anspruch genommen, dass ich erst nach meiner Uebersiedelung nach Erlangen die nöthige Musse gefunden habe, um die Umarbeitung vornehmen zu können.

Das Büchlein verfolgt auch in seiner jetzigen Gestalt keinen anderen Zweck, als den in der ersten Auflage bezeichneten. Es soll durch kurze Erläuterung der physikalischen und physiologischen Thatsachen sowie durch eine genaue Unterweisung in der Handhabung der Apparate dazu beitragen, die therapeutische Anwendung des electrischen Stromes zu einem Gemeingut der

Aerzte zu machen; es soll ferner der Methode der localisirten Electrisirung die anatomische Basis mehr und mehr befestigen helfen.

Dass sich in dieser wie in jener Beziehung die vorliegende Auflage wesentlich von der ersten unterscheidet, wird der geehrte Leser, der sich die Mühe geben wird, beide zu vergleichen, bald inne werden. Besonders hervorheben möchte ich jedoch, dass den freundlichen Beurtheilungen, welche das Büchlein bei seinem ersten Erscheinen von geschätzter Seite erfuhr, und den darin ausgesprochenen Wünschen volle Rechnung getragen ist.

Von einer ausführlicheren Behandlung des rein Physikalischen konnte ich um so eher Umgang nehmen, als die inzwischen erschienene gediegene kleine Schrift von Rosenthal (Electricitätslehre für Mediciner. Berlin 1862) sowie die II. Auflage des vortrefflichen Werkes von Moritz Meyer (die Electricität etc. Berlin 1861) vermöge der Klarheit der Darstellung und der Vollständigkeit des Inhaltes dem Bedürfnisse des Arztes durchaus genügen.

Die früher von mir geäusserste Absicht, eine Uebersicht über die Indicationen für die Anwendung des electrischen Stromes sowie eine kritische Beleuchtung der therapeutischen Leistungen desselben zu geben, kann ich auch jetzt noch nicht zur Ausführung bringen, da mir das Beobachtungs-Material, welches ich im Laufe der Jahre gesammelt habe, einer solchen Aufgabe noch immer nicht gewachsen zu sein scheint. Ueberdies findet sich ja auch in den inzwischen erschienenen neuen Auflagen der Werke von Duchenne, Erdmann und

Meyer grade die therapeutische Seite in einer so vollständigen Weise abgehandelt, dass in dieser Richtung kaum ein Bedürfniss vorliegen dürfte.

Einige Fragen indessen, welche ihre Entwickelung erst aus den letzten Jahren datiren und, nach den vorliegenden Beobachtungen zu urtheilen, von grosser praktischer Bedeutung zu werden versprechen, habe ich schon in der vorliegenden Ausgabe einer ausführlichen Besprechung unterzogen.

Erlangen im April 1864.

Dr. Ziemssen.

VORWORT
zur ersten Auflage.

Es ist nicht meine Absicht, in diesen Blättern die Zahl der Krankengeschichten, in welchen durch die Anwendung des electrischen Stromes allerlei eingewurzelte Uebel schnell und dauernd beseitigt wurden, durch neue Beiträge zu vermehren. Die Zahl der glücklichen Heilungen, welche durch Electricität und Galvanismus erreicht wurden, ist ohnehin so gross, dass sie kaum von der Zahl der Leiden übertroffen wird, welche in dem Gebrauche der Revalenta arabica oder der Morrison'schen Pillen „schnelle und sichere Heilung finden." Nein! — ich halte es für hohe Zeit, dass diesen leichtfertigen Empfehlungen und Anspreisungen, welche nicht nur die Spalten der medicinischen Zeitschriften, sondern auch die politischen Tagesblätter füllen, Einhalt gethan werde, damit nicht die Anwendung des electrischen Stromes als ein „Universalmittel" verschrieen und bei allen gebildeten und besonnenen Aerzten discreditirt, das Schicksal

vieler anderer, mit grosser Emphase gepriesener Panaceen theile. Es ist keinem Arzte zu verdenken, wenn er mit Lächeln die Behauptung liest, dass ein jahrelang gelähmter und atrophischer Muskel durch einmalige Anwendung des constanten galvanischen Stromes nicht nur seine Function, sondern auch sein normales Volumen, seine frühere Ernährung wiedererlangt habe. — Dergleichen Erzählungen müssen Misstrauen in die Zuverlässigkeit des Beobachters erwecken, und eine noch so grosse Zahl glücklicher Kuren, welche ein derartiger Fanatiker mittheilt, wird den besonnenen und nüchternen Arzt schwerlich bewegen, sich der nicht geringen Mühe und den ausgedehnten Vorstudien zu unterziehen, welche die Anwendung der Galvanisation oder Faradisation localisée bisher erforderte.

Wollte ich Krankengeschichten erzählen, so würde ich hauptsächlich solche beibringen, in welchen der electrische Strom nicht den geringsten Erfolg hatte, obgleich diese Fälle den Kategorien angehörten, in welchen dem Kurverfahren nach der Erfahrung der modernen Electrisateure der glücklichste Erfolg gesichert war. Dergleichen Beispiele in Menge anzuführen, wäre mir eine leichte Sache. Ich will indessen die Aufstellung der Indicationen und Contraindicationen für die Anwendung des inducirten und nichtinducirten volta-electrischen Stromes — gestützt auf eine Reihe von positiven und negativen Resultaten, sowie auf eine sorgfältige physiologische Analyse derselben — einem späteren Hefte vorbehalten, und mich in dem vorliegenden zunächst darauf beschränken, die localisirte Anwendung des Inductionsstromes auch allen den

Aerzten zugänglich zu machen, denen es an Gelegenheit und Musse fehlt, specielle Studien am Cadaver und ausgedehnte Versuche am Lebenden anzustellen, um sich die Kenntnisse und Fertigkeiten zu erwerben, welche zu einer zweckmässigen Verwerthung des localisirten Inductionsstromes erforderlich sind. Trägt, wie ich hoffe, diese Schrift dazu bei, die Faradisation localisée zu einem Gemeingut der Aerzte zu machen, sind es nicht mehr einzelne Bevorzugte, welche Duchenne's Entdeckung ausbeuten, wird es vielmehr jedem Arzte durch die Benutzung dieser meiner Arbeit möglich, den inducirten Strom zu localisiren, dann wird nüchterner beobachtet werden, dann wird die Kritik die Zahl der wunderbaren Heilungen mit scharfer Scheere beschneiden — dann wird endlich das Heilgebiet des electrischen Stromes kleiner, aber die Indicationen schärfer, die gewonnenen Resultate zuverlässiger werden.

INHALT.

Der electrische Inductionsstrom.

Derconstante galvanische Strom.

Seite

Von den Apparaten und ihrer Anwendung.

I. Die volta-electrischen Inductionsapparate.

Die Nebenapparate.

II. Die Batterien für den constanten Strom.

III. Die Batterien für Galvanokaustik.

Anatomisch-physiologische Data zur Methode der Localisirung des electrischen Stromes.

Kopf.

Hals.

Künstliche Respiration bei Asphyktischen durch rhythmische Faradisirung der Nervi phrenici und ihrer Genossen.

---

*

Obere Extremitäten.

Rumpf.

Untere Extremitäten.

Anhang.

Preisverzeichnisse.

Die Electricität hat im Laufe des letzten Decenniums für die praktische Medicin eine Bedeutung gewonnen, welche den Aerzten der Jetztzeit sowohl eine eingehende Beschäftigung mit den Methoden ihrer Anwendung als ein sorgfältiges Studium ihrer Leistungen im Gebiete der Pathologie und Therapie zur unabweislichen Pflicht macht.

Die Localisirung des inducirten electrischen Stromes auf einzelne Organe, als Muskel, Nerv, Haut etc., welche das Werk von Duchenne de Boulogne ist, sowie die Einführung der Galvanokaustik in die Chirurgie durch Middeldorpf —: Diese beiden wichtigen Fortschritte bezeichnen den Beginn einer neuen Epoche, welche man die der wissenschaftlichen Anwendung der Electricität in der praktischen Medicin nennen kann. Während Duchenne dem volta-electrischen Inductionsstrome den Weg durch die Haut bahnte und ihm dadurch den Zutritt zu den tieferliegenden Geweben eröffnete, hat Middeldorpf durch geistreiche Benutzung der thermischen Effecte des constanten galvanischen Stromes demselben eine ganz neue und überaus fruchtbringende Bahn gebrochen.

Hinter diesen riesigen Fortschritten ist die Verwerthung der physiologischen Wirkungen des constanten Stromes für die Therapie, welche Remak [1]) mit grossem Eifer cultivirt, weit zurückgeblieben. Ob der constante Strom in dieser Richtung überhaupt eine Zukunft hat, muss solange dahingestellt bleiben, bis ein grösseres Material, von zuverlässigen Beobachtern zusammengetragen, vorliegt.

---

1) Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten von Robert Remak. Berlin 1858.

Auch die Heranziehung der chemischen Effecte des electrischen Stromes hat für die praktische Medicin bisher nicht entfernt die Hoffnungen der Vorkämpfer dieser Richtung realisirt.

Wir wenden uns zunächst zur Besprechung der örtlichen Anwendung des Inductionsstromes, der Electrisation oder Faradisation localisée nach Duchenne [1]).

Die Methoden der Electrisirung des menschlichen Körpers, welche Duchenne vorfand, waren äusserst mangelhaft und zum Theil ganz unwissenschaftlich. Man leitete entweder den Funken der Electrisirmaschine oder der Leydener Flasche auf den leidenden Körpertheil über, oder man berührte und bestrich die Körperoberfläche mit metallenen Platten oder Kugeln, welche in Verbindung standen mit den Polen einer Volta'schen Säule oder mit den Leitungsschnüren eines magnet-electrischen Rotationsapparates. Kam hier ein schwacher Strom in Anwendung, so war der Effect gleich Null, wurde aber ein intensiver Strom benutzt, wie ihn z. B. ein grosser Rotationsapparat liefert, so trat eine äusserst schmerzhafte Reizung der Hautnerven und unregelmässige Contractionen der zunächst unter der Haut gelegenen Muskelbündel mit nachfolgenden lebhaften Erythemen in die Erscheinung. Diese Mängel der Methode beruhten zum Theil auf unvollkommener Construction der Apparate, zum Theil auf dem Mangel genauer Untersuchungen über das Verhalten des menschlichen Körpers gegen den electrischen Strom, insbesondere über das Leitungsvermögen der einzelnen Gewebe. Mit den Fortschritten der physiologischen Physik ging die Verbesserung der Apparate Hand in Hand, und erst die Construction der zweckmässigen volta-magneto-electrischen Inductionsapparate, welche die Unterbrechung des Stromes selbstthätig bewerkstelligen und zwar mit einer Schnelligkeit und Gleichmässigkeit, wie es Menschenhände nicht im Stande sind, gewährte Duchenne die Möglichkeit, Un-

1) Die Bezeichnungen Faradismus, Faradisation, welche Duchenne für die Anwendung des inducirten electrischen Stromes zu Ehren Faraday's, des Entdeckers der Inductionsphänomene, vorgeschlagen hat, empfehlen sich — wenn auch etymologisch nicht ganz zu rechtfertigen — durch Kürze und Prägnanz, und haben in Deutschland bereits Bürgerrecht gewonnen.

tersuchungen sowohl in physiologischer als pathologischer Richtung anzustellen, welche bei der seltenen Ausdauer und dem ernsten wissenschaftlichen Streben dieses Forschers sowie bei dem reichen Material, welches ihm seine Praxis sowohl als die Pariser Hospitäler zur Beobachtung stellten, glänzende Resultate haben mussten.

Duchenne trat gegen Ende der vierziger Jahre mit seinen ersten Arbeiten vor die Oeffentlichkeit. Seine neue Methode, den electrischen Strom auf bestimmte Theile des Körpers zu localisiren, legte er schon 1847 in einer Note an die Akademie der Wissenschaften nieder, welche im Jahre 1850 veröffentlicht wurde [1]).

Diese Arbeit bildet die Basis aller seiner späteren Leistungen. Sie enthält die einfache und doch so wichtige Thatsache, dass man den electrischen Strom auf einen bestimmten Punkt unter der Haut localisiren könne, wenn man die Spitzen der Stromgeber mit feuchtem Leiter (Badeschwamm, Feuerschwamm, angefeuchtetes Leder) umgäbe und dieselben dort kräftig auf die Haut aufsetze [2]).

Dieser ersten Entwicklung seiner Methode folgte nun eine grosse Anzahl von Detailarbeiten sowohl anatomisch-physiologischen, als pathologischen und therapeutischen Inhalts, welche im Jahre 1855 von dem Autor gesammelt herausgegeben wurden unter dem Titel: „De l'électrisation localisée et de son application à la Physiologie, à la Pathologie et à la Therapeutique" p. le Docteur G. B. Duchenne (de Boulogne).

Die Electrisation localisée hatte nicht verfehlt, die Aufmerksamkeit auch nicht-französischer Aerzte zu erregen, welche den interessanten Demonstrationen Duchenne's in Paris beizuwoh-

---

1) Exposition d'une nouvelle méthode de galvanisation, dite galvanisation localisée. Archives générales de médecine. Juillet et Août 1850, Fevrier et Mars 1851.

2) „La peau et les excitateurs sont-ils très-humides on n'observe ni étincelles, ni crépitation, ni sensation de brûlure; mais on obtient des phénomènes de contractilité ou de sensibilité très-variables, suivant qu'on agit sur un muscle ou sur un faisceau musculaire, sur un nerf ou sur une surface osseuse (l. c. p. 259).

nen Gelegenheit hatten. Von den deutschen Aerzten wiesen Jaksch [1]) und Richter [2]) schon 1853 in ihren Reiseberichten auf die grosse Bedeutung der Duchenne'schen Leistungen hin, und ein Dresdener Arzt Dr. Erdmann bearbeitete einige Jahre später das oben angeführte Duchenne'sche Werk für das deutsche ärztliche Publikum, indem er den Umfang des Buches von über 1000 Seiten auf 266 reducirte [3]).

Auch andere Specialisten im Gebiete der Electrotherapie, wie M. Meyer in Berlin [4]), Baierlacher in Nürnberg [5]), Althaus in London [6]) haben in ihren Arbeiten die Duchenne'sche Methode als Basis adoptirt, und derselben Bürgerrecht sowohl in Deutschland als in England verschafft.

Duchenne's Methode und die darauf basirten Untersuchungen boten indessen auch manche schwache Punkte dar, und diesen war die Geissel der Kritik nicht erspart. Und wie fast immer eine wissenschaftliche Polemik verletzend für die Person, dagegen fördernd für die Sache ist, um welche es sich handelt, so hat auch die Electrisation localisée wesentlich durch die unerquickliche Polemik gewonnen, welche sich zwischen Duchenne und seinem Kritiker Remak entspann.

Remak hatte im Jahre 1852 den Demonstrationen Duchenne's beigewohnt und war ebenso überrascht von dem Effect

---

1) Prager Vierteljahrsschrift 1853. Bd. III. p. 187.

2) Schmidt's Jahrbücher pp. 1853. Bd. 80. p. 265.

3) Die örtliche Anwendung der Electricität in der Physiologie, Pathologie und Therapie mit Zugrundelegung von: Duchenne de Boulogne de l'électrisation localisée etc. von Dr. B. A. Erdmann. Leipzig 1856. II. Aufl. 1858. III. Aufl. 1860.

4) Die Electricität in ihrer Anwendung auf praktische Medicin von Dr. Moritz Meyer. Berlin 1854. 2 Aufl. 1861.

5) Die Inductionselectricität in physiologisch-therapeutischer Beziehung bearbeitet von Dr. Eduard Baierlacher. Nürnberg 1857.

6) A treatise on medical Electricity, theoretical and practical; and its use in the treatment of paralysis, neuralgia and other diseases by Dr. Julius Althaus. London 1859.

Die Electricität in der Medicin. Mit besonderer Rücksicht auf Physiologie, Diagnostik und Therapie dargestellt von Dr. Julius Althaus. Berlin 1860.

der localisirten Faradisirung der einzelnen Muskeln als durchdrungen von der praktischen Wichtigkeit dieser Methode. Er überzeugte sich aber hier sowohl, als in der Folge durch eigene Versuche und durch das Studium des Duchenne'schen Werkes, dass derselbe die Contractionen vornehmlich durch Aufsetzen der Stromgeber auf die Masse der Muskeln selbst erziele. Remak wies in der Folge in einer Broschüre [1]) nach, dass es, um einen Muskel zu completer Contraction zu bringen, viel zweckmässiger sei, dessen motorischen Nerven zu reizen als den Strom auf die Muskelsubstanz selbst einwirken zu lassen. Im letzteren Falle bedürfe man nämlich eines starken Stromes, um eine complete Contraction aller Bündel des Muskels zu erzielen, und es sei deshalb die Procedur sehr schmerzhaft, während man durch Reizung des motorischen Nerven den entsprechenden Muskel schon mit einem schwachen und dadurch viel weniger schmerzhaften Strome zur Verkürzung bringen könne.

Duchenne unterscheidet eine „Faradisation musculaire directe" d. h. die Erzielung von Muskelcontractionen durch Aufsetzen der Electroden auf die Muskelsubstanz selbst — ein Verfahren, welches Duchenne mit besonderer Vorliebe ausübt, und eine Faradisation musc. indirecte d. h. Erregung von Muskelcontractionen durch Reizung des entsprechenden Nervenstammes oder -Astes. Das letztere Verfahren empfahl D. früher nur für Ausnahmsfälle.

Remak legt dagegen lediglich Gewicht auf die Reizung der motorischen Nervenröhren und setzt an die Stelle der von Duchenne gewählten Ausdrücke „directe und indirecte Faradisirung" die Bezeichnungen „intramusculäre und extramusculäre Reizung motorischer Nerven." Eine Muskelcontraction durch Erregung einer der Muskelfaser innewohnenden Irritabilität, welche unabhängig von dem Nerveneinflusse in dem Muskel bestehe, lässt Remak nicht gelten, da er die Existenz dieser sog. Muskelirritabilität Haller's für unerwiesen hält.

Duchenne hat die in massloser Heftigkeit gehaltenen kritischen Angriffe Remak's in sehr würdiger Weise beantwor-

---

1) Ueber methodische Electrisirung gelähmter Muskeln von Dr. Remak. Berlin 1855. 2. Aufl. 1856.

tet [1]) und auch in der 2. Auflage seines Hauptwerkes (p. 78 sqq.) die Einwürfe seines Gegners zu entkräften gesucht, indem er behauptet, „er habe sich der Reizung der motorischen Nerven stets bedient, wenn er den ganzen Muskel zur Verkürzung bringen wollte, habe es aber nicht für nöthig gehalten, diese zur Faradisation der Muskeln allerdings sehr nothwendigen Einzelheiten in sein Buch aufzunehmen Die directe Faradisirung halte er für unentbehrlich bei dem Studium der Function der einzelnen Muskeln, deren einzelne Bündel in ihrer Wirkung sehr verschieden seien. Bei der directen Faradisirung sei es geradezu nöthig, die Eintrittsstelle der motorischen Nerven zu vermeiden, um nicht die Totalverkürzung des Muskels, sondern nur die gewünschte Contraction des betreffenden Bündels zu erzielen."

Duchenne hat indessen durch diese nachträglichen Erläuterungen nicht vermocht, den Beweis zu liefern, dass er dieses Princip auch früher verfolgt habe. Vielmehr drängt sich jedem Unbefangenen, der die späteren antikritischen Bemerkungen Duchenne's mit den Angaben in der I. Aufl. seines Buches vergleicht, die Ueberzeugung auf, dass Duchenne bei der Faradisirung der meisten Muskeln die Electroden direct auf die Muskelbäuche aufgesetzt habe, und sich nicht bewusst gewesen sei, dass die von ihm empirisch gefundenen Punkte (points d'élection) die Eintrittstellen der motorischen Nerven seien. Aus der ersten Auflage seines Werkes lassen sich Stellen aufführen, welche dies mit aller Bestimmtheit bezeugen, so energisch auch Duchenne gegen diese „falsche Auslegung" meinerseits protestiren mag [2]).

Duchenne spricht in der ersten Auflage einerseits von Punkten, welche man durchaus kennen müsse, um die Faradisation ausführen zu können, bespricht dieselben aber durchaus ausser allem Zusammenhang mit den dürftigen Angaben über die Lage der grösseren Nervenstämme, deren Reizung die Faradisation musculaire indirecte darstellt. Die wenigen Muskeläste, welche D. für erreichbar hält, werden namentlich aufgeführt: es sind

---

1) Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin 1856. Heft 2. p. 250 sqq.

2) Vergl. De l'électrisation localisée pp. Edit. II. pag. 81.

die des Facialis und einige Endäste der Nervenstämme an den Oberextremitäten [1]).

Ich muss hiernach, so sehr ich auch stets bereit gewesen bin, die grossen Verdienste Duchenne's anzuerkennen, doch bei meiner früheren Ansicht stehen bleiben, dass Remak, indem er für die Faradisation localisée die Erregung der Nerven zum Princip erhob, die Methode Duchenne's wesentlich gefördert und die Einsicht geklärt hat, und dass die Polemik, so unerquicklich sie auch für die betreffenden Personen selbst sowohl als für den unbetheiligten Zuschauer war, Veranlassung zu weiteren Studien über die Methode gewesen ist. Diese Untersuchungen haben wiederum die Einsicht insofern geklärt, als sie nachwiesen, dass auch die Remak'schen Erläuterungen der Duchenne'schen Methode Ausschreitungen enthielten, welche nicht haltbar seien.

Remak ging nämlich in seiner Brochüre soweit, die directe Faradisirung der Muskelsubstanz ganz zu verwerfen, da er durch seine Versuche — welche sich indessen nur auf einzelne Muskeln mit ziemlich freiliegenden motorischen Nerven (Cucullaris, Sternocleidomastoideus, Biceps, Gesichtsmuskeln) erstreckt zu haben scheinen — zu der Annahme berechtigt zu sein glaubte, dass die Erregung completer Muskelcontractionen durch die Reizung der entsprechenden motorischen Nerven an allen Muskeln der Körperoberfläche möglich sei.

Dies war ein Irrthum! Die anatomischen Verhältnisse gestatten, wie meine Untersuchungen an der Leiche gelehrt haben, durchaus nicht bei allen Muskeln die Reizung ihrer motorischen Nerven, hauptsächlich weil diese häufig nicht am Rande, sondern von der Tiefe her — also von der Electrodenspitze getrennt durch eine oft sehr dicke Lage von gut leitender Muskelsubstanz — in den Muskel eintreten. Manche Muskeln werden ausserdem von zwei und mehr Nerven versorgt, welche zur Erzielung einer completen Contraction eine entsprechende Vervielfältigung der Electroden erfordern würden. Wenn hier gleich die Möglichkeit

1) On peut aussi limiter l'action electrique dans quelques branches terminales, par exemple dans celle, qui anime les muscles de l'éminence thénar et dans les nerves collatéraux. Electrisation localisée. Edit. I. p. 45.

der Erzielung des gewünschten Effectes vorliegt, so ist doch in der Praxis von einer solchen Procedur Abstand zu nehmen und auf die directe Faradisirung der Muskelsubstanz zu recurriren. Die Muskeln und ihre anatomischen Verhältnisse, welche das letztere Verfahren unentbehrlich machen, werden unten im speciellen Theile genauer besprochen werden.

Ueberzeugt von der durchgreifenden Bedeutung der Duchenne'schen Methode sowohl für die Anatomie und Physiologie als für die Pathologie und Therapie des Muskel- und in mancher Beziehung auch des Nervensystems stellte ich mir im Jahre 1856 die Aufgabe, der Methode eine sichere anatomische Basis zu schaffen und derselben durch eine einfache und kurze Darstellung der anatomischen Verhältnisse sowohl als durch eine praktische Anweisung zur Ueberwindung der technischen Schwierigkeiten Eingang bei den Aerzten zu verschaffen.

In den anatomischen Handbüchern vermisste ich Untersuchungen und Angaben über den Verlauf der motorischen Nervenzweige zu ihren Muskeln hin sowie über den Ort, wo die ersteren in die Muskelsubstanz eintreten. Die anatomischen Abbildungen von Bourgery und Hirschfeld [1]), so brauchbar sie mir auch als Leitfaden für die einschläglichen anatomischen Untersuchungen an der Leiche waren, konnten doch keinen Aufschluss geben über das Lageverhältniss der Eintrittsstellen der motorischen Nerven zur Hautoberfläche. Dieses Lageverhältniss festzustellen, die Eintrittspunkte auf die Körperoberfläche zu projectiren, schien mir aber die hauptsächlichste Aufgabe zu sein, wenn es sich darum handelte, der Methode Eingang in die Praxis zu verschaffen.

Ich verfolgte bei diesen Untersuchungen zwei Wege. Einerseits suchte ich mittelst eines einfachen und vor Irrthümern schützenden Verfahrens die oberflächlichsten und der Electrode erreichbaren Punkte der motorischen Nerven am Lebenden zu eruiren, und fixirte die gefundenen Punkte und Linien mit dem Lapisgriffel auf der Haut.

---

1) Es sind diese die einzigen Tafeln, welche einigermassen dem Verhalten der motorischen Nervenzweige zu ihren Muskeln Rechnung tragen.

Andrerseits verfolgte ich am Cadaver den Verlauf der motorischen Nerven auf das Genaueste, und bestrebte mich, die Eintrittsstellen der letzteren an die Muskeln und ihr Verhalten in denselben — stets mit Rücksicht auf ihre Entfernung von der Körperoberfläche und ihr Lageverhältniss zu derselben — festzustellen.

Die Resultate beider Untersuchungswege stimmten vollkommen mit einander überein, indessen sah ich meine Bedenken erst dann als ganz beseitigt an, als ich die an Todes-Candidaten, oder an Leichen kurz nach dem Tode [1]) mit dem faradischen Strome bestimmten und mit Höllenstein fixirten Punkte (die motorischen Punkte von Remak) bei der Section mit möglichster Sorgfalt dem anatomischen Messer unterworfen hatte.

Es ergab sich nun zunächst folgendes Resultat:

Indem man dem electrischen Strome durch Umhüllung der Electrodenspitzen mit feuchten Leitern und durch Anfeuchtung der Epidermis, sowie durch kräftiges Aufdrücken der Stromgeber den Weg durch die Epidermis bahnt, kann man durch ziemlich dicke Lagen von Weichtheilen, nämlich durch Corium, Fettpolster, Fascien und selbst durch Muskelschichten hindurch Nervenzweige reizen und zur Aeusserung ihrer specifischen Energie anregen, ohne doch die sensibeln Hautnerven soweit zu beleidigen, dass Reflexactionen oder heftige Schmerzempfindungen auftreten.

Diese Wirkung des electrischen Stromes in die Tiefe geschieht jedoch nur an den Punkten, an welchen der positive und negative Strom in den Körper eintreten. Zwischen beiden Eintrittsstellen folgt der Strom den Flüssigkeiten in den Geweben und setzt keine Reizerscheinungen, es sei denn, dass eine sehr beträchtliche Stromstärke zur Anwendung käme. Aber auch in diesem Falle zeigen sich die Reizeffecte nicht auf der ganzen Verbindungsbahn zwischen den Ein-

1) Zu letzteren Versuchen eignen sich am besten die Leichen von Personen, welche in voller Kraft eines plötzlichen Todes sterben (Selbstmörder, Verunglückte). An solchen Leichen erhält sich die Irritabilität stundenlang.

trittsstellen, sondern bleiben auf die nächste Umgebung der letzteren beschränkt.

Es wird das Verständniss und die praktische Anwendung dieser Grundprincipien unserer Methode wesentlich erleichtern, wenn einige physiologische und physicalische Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Ueber die Gesetze, denen der electrische Strom bei seinem Laufe durch den menschlichen Körper gehorcht, herrschen noch vielfach unklare Vorstellungen. Die Anschauung, dass die Nerven vorzugsweise gute Leiter für den electrischen Strom seien, ist wohl schon lange vergessen; mehr möchte dagegen noch die Ansicht gelten, dass man im Stande sei, dem Strome einen bestimmten Weg anzuweisen. Ich habe noch gesehen, dass Aerzte, um einen gelähmten Arm zu electrisiren, den einen Pol des Rotationsapparates in die betreffende Hand nehmen liessen, den andern Pol auf die unteren Halswirbel setzen. Man ging hierbei von der Idee aus, dass der electrische Strom, welcher sich nach physikalischen Gesetzen durch die ganze Dicke des eingeschalteten Leiters verbreite, deshalb auch alle in dem letzteren befindlichen Nerven und Muskeln erregen müsse. Die Reflexcontractionen in den Flexoren, welche durch die ausgedehnte Reizung der Hautnerven in der Vola manus entstanden, nahm man für eine directe Wirkung des durch die Muskeln und und Nerven hindurchgehenden Stromes.

Man vergass aber hierbei zu berücksichtigen, dass die Vertheilung des electrischen Stromes in dem in die Kette eingeschalteten menschlichen Körper nicht eine gleichmässige ist, sondern dass die Stromdichte am bedeutendsten ist an den Punkten, wo der Strom an dem Körper ein- und austritt, dass sie schon unendlich viel geringer ist auf der zwischen diesen Punkten gelegenen graden Verbindungsbahn, und dass sie mit der weitern Entfernung von beiden in riesigen Progressionen abnimmt.

So richtig es also vom physikalischen Standpunkte aus ist, dass der Strom sich mit dem Aufsetzen der Electroden auf die Haut sofort durch den ganzen Körper verbreite, so wichtig ist es andrerseits zu wissen, dass bei dem enormen Widerstande, den der menschliche Körper als eingeschalteter Leiter darbietet, nicht einmal die Stromfäden, welche direct von einem Ansatzpunkte zum

andern verlaufen — geschweige denn die von denselben sich immer weiter entfernenden Stromcurven eine solche Dichtigkeit besitzen, um Reizerscheinungen zu erzeugen. Bei den subtilen Verhältnissen des physiologischen Experiments am Froschmuskel sieht man wohl Reizwirkungen solcher von den Ansatzpunkten entfernter minimaler Stromfäden auf Nerv und Muskel, am menschlichen Körper aber kommen nur die Ansatzpunkte der Electroden als diejenigen Punkte in Betracht, an denen der Strom eine zur Erzeugung von Reizerscheinungen hinreichende Dichtigkeit besitzt. Nur bei der Anwendung eines übermässig starken, für den menschlichen Körper unerträglichen Stromes dürften auch — wie bei dem physiologischen Experimente — Reizerscheinungen auf der graden Bahn zwischen den Ansatzpunkten zu Stande kommen; ich habe solche aber nur in der nächsten Umgebung der letzteren beobachtet.

Es fällt aber bei der Frage von dem Stromlaufe im menschlichen Körper nicht blos der grosse Widerstand, den der Letztere als Ganzes darbietet, sondern auch die Differenz der Leitungswiderstände in den einzelnen Geweben in's Gewicht. Die Behauptung, welche Ritter im Anfange dieses Jahrhunderts aussprach, dass der thierische Körper, insbesondere aber die trockene Epidermis (vor Allem Horn, Haare, Nägel) einen bedeutenden Leitungswiderstand darböten, wurde in den dreissiger Jahren von Ed. Weber [1]), Pouillet, Lenz und Ptschelnikoff [2]) bestätigt. Diese brachten den Leitungswiderstand des ganzen Körpers in Vergleich mit dem der Metalle, und berechneten ihn auf diese Weise genauer. Ed. Weber sprach es aus, dass der thierische Organismus nur als ein von warmer, salzhaltiger Flüssigkeit durchströmter Körper, und als solcher zehn- bis zwanzigmal besser als kaltes destillirtes Wasser leite, d. h. nach Entfernung der Epidermis.

Matteucci [3]) ging einen Schritt weiter, indem er die Leitungswiderstände der einzelnen Gewebe, insbesondere der Muskeln und Nerven gesondert zu erforschen und mit einander zu

1) Ed. Weber, Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae 1836.

2) Lenz und Ptschelnikoff, Poggendorf's Annalen. Bd. 56. p. 429.

3) Matteucci, Traité des Phénomènes electro-physiologiques des animaux. Paris 1844.

vergleichen anfing. Er fand, dass die Leitungsfähigkeit der Muskeln sich zu der des Gehirns, Rückenmarks und der Nerven (welche nicht erheblich unter sich differirten) verhielte, wie 4 : 1.

Schlesinger [1]), der diese Untersuchungen in derselben Weise wie Matteucci, anstellte, fand das letztere Verhältniss wie 8 : 3. Ferner bemerkte er, dass der Leitungswiderstand der Knochen dem der Nerven gleich stehe, und bestätigte von Neuem, dass Epidermis, Haare und Nägel die schlechtesten, dagegen die thierischen Flüssigkeiten die besten Leiter im Körper seien.

Die Fortschritte der Physik lassen heutzutage die von Matteucci und Schlesinger angewandten Methoden nicht ohne Mängel erscheinen, und machen die Resultate zweifelhaft. Eckhard [2]) nahm deshalb in der neuesten Zeit die Frage wieder auf und wandte zur Lösung derselben ein höchst sinnreiches Verfahren an, während er gleichzeitig alle Schwierigkeiten der Methode, insbesondere die Einflüsse des Polarisationsstromes zu beseitigen strebte. Mit Hülfe dieser seiner sehr vollkommenen Methode fand Eckhard nun, indem er die Leitungswiderstände der Muskeln, Sehnen und Knorpel mit einander verglich, dass sich aus den einzelnen Versuchen zwar kein constantes Verhältniss ergiebt — ein Umstand, den Eckhard dem sehr wechselnden Gehalte der todten Gewebe an Wasser zuzuschreiben geneigt ist — dass aber im Allgemeinen die Muskelsubstanz vorläufig als das bestleitende Gewebe im Körper angesehen werden muss, wenn auch die Differenz im Leitungswiderstande zwischen den einzelnen Geweben lange nicht so bedeutend ist, als sie Schlesinger und Matteucci fanden.

Setzte Eckhard den Leitungswiderstand der Muskelsubstanz = 1, so ergab sich:

der Leitungswiderstand	der Sehne	=	1,8—2,5
„ „	des Nerven	=	1,9—2,4
„ „	des Knorpels	=	1,8—2,3.

Die compacte Knochensubstanz leitet nach Eckhard's Angabe wahrscheinlich sechszehn- bis zweiundzwanzigmal schlechter, als der Muskel.

1) Schlesinger, Zeitschrift der Wiener Aerzte. 1852. Juli.

2) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1856. Heft I. pag. 55.

Vergleichen wir mit diesen Resultaten die freilich sehr schwankenden Angaben der Chemiker über den Wassergehalt der verschiedenen Gewebe, nach denen

der Muskel	72—80 %	Wasser
die Sehne	62 %	
der Knorpel	50—75 %	
der Nerv	39—66 %	
der Knochen	3— 7 %	

enthalten, so leuchtet ein, dass die Leitungsfähigkeit der Gewebe in gradem Verhältnisse steht zu ihrem Gehalte an Wasser.

Ueber die Leitungsfähigkeit des subcutanen und intermuscu-lären Bindegewebes, welches den Muskeln an Wassergehalt wohl sehr nahe oder gleich stehen möchte, sowie der Gefässwände und Membranen überhaupt liegen bisher keine physikalischen Untersuchungen vor; auch ist der Wassergehalt von den Chemikern noch nicht einmal annähernd bestimmt worden.

Uebertragen wir diese Resultate auf das praktische Feld — auf die Verwerthung des electrischen Stromes am lebenden Menschen —, so ergiebt sich, vorausgesetzt dass man sich einer nicht übermässigen, aber zur Erregung completer und energischer Muskelcontractionen ausreichenden Stromstärke bedient — dass der Strom zwischen den Ansatzpunkten der Feuchtigkeit in den guten Leitern (Muskeln, und wahrscheinlich auch im Bindegewebe) folgen und die Nerven als schlechte Leiter umgehen wird. Eine Reizung der Nerven wird also nur dann stattfinden können, wenn dieselben sich innerhalb grosser Widerstände befinden, welche der Strom, um in den Körper zu gelangen, überwinden muss. Einen solchen Widerstand bietet aber allein die Epidermis mit der Lederhaut. Bei der Ueberwindung dieses grossen Leitungswiderstandes werden die Ausbreitungen der sensibeln Nerven in der Haut, sowie die unmittelbar unter der Haut verlaufenden Nerven eine Erregung erfahren. Die tiefer liegenden Nerven werden nur dann gereizt werden können, wenn man im Stande ist, die verschiedenen, durch feuchte Leiter von einander getrennten Widerstände — nämlich die Epidermis mit dem Corium, das Fettpolster, die Fascien — durch kräftige Compression mittelst der Electrode zu einem grossen Wi-

derstande zu vereinigen. Nach Ueberwindung dieses Widerstandes wird der Strom direct auf den darunter liegenden motorischen oder sensibeln Nerven treffen. Sobald sich aber zwischen diesem Nerven und dem Widerstande eine zu dicke Schicht gut leitenden Gewebes z. B. Muskel befindet, welche von der Electrode nicht vollständig comprimirt werden kann, so wird selbstverständlich auch die Erregung des tiefen Nerven unterbleiben, weil in diesem Falle durch die Feuchtigkeit im Muskel der Strom von der angewiesenen Bahn abgelenkt wird.

Meine Beobachtungen an Lebenden bestätigen diese Schlüsse in jeder Hinsicht. Setze ich auf den Processus zygomaticus des Schläfebeins jederseits eine dünne Electrode auf, so erhalte ich vielleicht eine Contraction des M. attollens auriculae oder des M. frontalis, wenn deren Facialzweige grade von der Electrodenspitze getroffen werden, oder Schmerzen nach der Schläfe ausstrahlend, wenn ein Ast des N. auriculo-temporalis gereizt wird, dagegen nehme ich keinerlei Sensation in den auf der graden Verbindungsbahn zwischen beiden Polen verlaufenden Trigeminusfilamenten, noch Contractionen in den daselbst belegenen Muskeln wahr.

Liess ich jeden Poldraht in zwei Zweige zerfallen und verstärkte den Strom entsprechend, so konnte ich mit den vier Conductoren an einem und demselben Menschen zu gleicher Zeit vier Muskeln in Verkürzung setzen, ohne dass Sensation oder Contraction an anderen, als an den durch den Eintritt des Stromes gereizten Punkten eintrat. Man kann diese Versuche noch weiter ausdehnen, indem man jeden Poldraht in drei und mehr Zweige zerfallen lässt. Das Resultat bleibt immer dasselbe.

Wenn ich vier Männer so zusammenstellte, dass sie einander nur mit einer, durch einen kleinen interponirten Schwamm feucht erhaltenen Stelle der Dorsalfläche des Vorderarmes berührten, so konnte ich, auf der ersten und vierten Person im Gesichte die Kette schliessend, an jener mit dem positiven, an dieser mit dem negativen Pole eine Muskelcontraction erzielen, während die mittleren Personen ausser einem leisen, singelnden Gefühle an der Berührungsstelle Nichts von dem durchgehenden, ziemlich kräftigen Strome verspürten. Drückten sie aber die Berührungs-

flächen kräftig gegen einander, so traten isolirte Verkürzungen der unter der Contactstelle verlaufenden Muskeln hinzu. Verband ich die Personen dagegen durch die wohlangefeuchteten Volarflächen der Hände, so traten bei dem grossen Reichthume der Haut an sensibeln Nerven sofort lebhafte Sensationen und schon bei mässiger Stromstärke Reflexcontractionen in den Flexoren der Finger, der Hand und des Vorderarms ein.

Setzt man eine Electrode direct auf einen Muskelbauch auf und schliesst man die Kette durch Aufsetzen der zweiten Electrode irgendwo ausserhalb des Muskels, so erhält man bei schwachem Strome nur eine Verkürzung der oberflächlich gelegenen Muskelbündel. Diese partiellen Contractionen haben, wie ich glaube, ihren Grund darin, dass der localisirte Strom nicht die Summe aller motorischen Nervenröhren dieses Muskels, sondern nur eine grössere oder geringere Anzahl derselben reizt, je nachdem sie in Form stärkerer oder schwächerer Zweige unter der getroffenen Stelle verlaufen.

Weshalb der Strom bei der intramusculären Reizung nur die mikroskopische Ausbreitung des motorischen Nerven betreffen soll, wie Remak will, ist nicht einzusehen, da der Strom, durch kräftiges Eindrücken der Electrode gewissermassen in die Tiefe des Muskels geleitet, die hier verlaufenden Verzweigungen des Nerven reizen muss. Auch sehen wir bei derartigen Versuchen an grossen und breiten Muskeln, dass nicht die äusseren Schichten derselben, sondern die Bündel in ihrer ganzen Dicke sich verkürzen.

Man ist indessen auch bei der intramusculären Reizung im Stande, eine Verkürzung des ganzen Muskels hervorzurufen, wenn man sich eines im Verhältniss zu dessen Grösse ungemein starken Stromes bedient. Durch die Stärke und Dichtigkeit des Stromes wird nicht allein eine Reizung der unter der Electrodenspitze verlaufenden Nervenzweige, sondern aller in dem Muskel ausgebreiteten Nervenröhren 'gesetzt trotz des zwischen dieselben eingeschalteten guten Leiters (feuchte Muskelsubstanz).

Sehr begünstigend für das Zustandekommen completer Contractionen bei grossen und breiten Muskeln ist die Vergrösserung der Contactfläche an den Enden der Electroden. Setze ich eine der stricknadeldünnen, mit feuchtem Leder bekleideten Electroden oder selbst beide auf den Pectoralis major oder Deltoideus auf,

so erhalte ich selbst bei sehr starkem Strome nur Contractionen einzelner Bündel. Wähle ich aber Electroden mit erbsengrossen Knöpfen am Ende, deren Schwammkappen die Grösse einer Wallnuss haben, so erhält man schon bei mässigem Strome, besonders wenn man beide Electroden auf den Muskel aufsetzt, eine energische Verkürzung des ganzen Muskels. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt in den oben erörterten physikalischen Gesetzen. Die Strombahn, welche von der grossen Contactfläche aus in den Muskel eintritt, ist viel umfänglicher, als die der feinen Electrode; somit werden von der ersteren eine weit grössere Zahl von motorischen Nervenfasern gereizt werden, als von der letzteren. Bei sehr intensiver Stromstärke kommt hinzu, dass der Strom noch in der nächsten Umgebung der Eintrittsstelle eine zur Erzeugung von Reizerscheinungen hinreichende Dichtigkeit besitzt. Dieses Rayon wird selbstredend unendlich viel grösser sein, wenn der Querschnitt des eintretenden Stromes einen Zoll, als wenn er eine Linie im Durchmesser hat.

Hieraus erklärt sich auch von selbst, weshalb die Mehrzahl der heutigen Electrotherapeuten, welche sich immer noch vorzugsweise der directen Muskelreizung bedienen, die feinen Electroden, welche sich allerdings nur für die subtilere Reizung motorischer Nerven oder höchstens für directe Faradisirung kleiner Muskeln eignen, vermeiden und stets mit Electroden arbeiten, welche ziemlich grosse Contactflächen besitzen. Es liegt aber auf der Hand, dass dieses Verfahren ein weit weniger schmerzhaftes sein muss, da schon ein schwacher Strom eine complete Verkürzung zu Wege bringt. Der Strom, der von einer stricknadeldünnen Electrode aus durch die Haut in die Tiefe tritt, muss sehr viel intensiver sein, als der ebengenannte, wenn er alle in der Umgebung seiner Eintrittsstelle verlaufenden Muskelbündel zur Verkürzung bringen soll.

Ist aber der betreffende motorische Nerv vermöge seines anatomischen Verhaltens zur Körperoberfläche der localisirten Faradisirung zugänglich, so ist die isolirte Reizung desselben, wenn es sich nur um Erzielung von Muskelcontraction handelt, wegen der kräftigsten Wirkung eines schwachen Stromes bei relativ geringster Schmerzhaftigkeit jedem andern Verfahren vorzuziehen.

Selbstverständlich sind die von einem durch die Electrode gereizten Punkte nach der Peripherie ausstrahlenden Sensationen oder Contractionen nicht etwa als Wirkungen des nach der Peripherie strömenden Fluidums, sondern lediglich als excentrische Erscheinungen der örtlichen Erregung des Nerven anzusehen. Reize ich mit jedem Pole einen N. cruralis, so bemerke ich an beiden Beinen Contractionen in den Streckern des Unterschenkels und Sensationen bis an die grosse Zehe, ohne dass der electrische Strom sich überhaupt in die Schenkel begiebt. Er strebt vielmehr stets auf dem nächsten Wege und vermittelst der besten Leiter die Verbindung zwischen beiden Polen herzustellen — in dem bezeichneten Falle also etwa durch die Muskeln und das Bindegewebe über der Symphyse.

Die nach dem Gesetze der excentrischen Leitung auftretenden Erscheinungen an der Peripherie werden natürlich um so ausgedehnter und bedeutender sein, je mächtiger der gereizte Nerv ist, je näher dem Centrum die Erregung stattfindet.

Die Centralorgane des Nervensystems, sowie die Nervenstämme, welche innerhalb der Leibeshöhlen verlaufen, entgehen durch ihre mächtige Umhüllung mit Weichtheilen und Knochen, welche sich nicht durch Compression zu einem Widerstande vereinigen lassen, dem faradischen Strome, sofern letzterer nicht in übermässiger Stärke zur Anwendung kommt. Es ist deshalb irrationell, wenn man, wie es früher gang und gäbe war, die eine Electrode in den Nacken oder irgendwo über der Wirbelsäule aufsetzt in der Absicht, auf das Rückenmark eine Einwirkung zu üben. Der electrische Strom durchdringt die Knochen, welche das Rückenmark umgeben, nicht. Ebenso wenig ist eine directe Electrisirung des Gehirns möglich, wenn nicht Ströme von ausserordentlicher Stärke auf dasselbe einwirken. Dass die Entladung einer Leydener Flasche oder gar einer Batterie Leydener Flaschen einen heftigen, ja sogar einen deletären Einfluss auf das Gehirn ausüben könne, wird Niemand bezweifeln; dass dagegen Ströme, welche ein zu medicinischen Zwecken construirter Inductionsapparat liefert, durch die Dicke des Schädels zum Gehirn durchdringen, ist

durch Nichts bewiesen. Dagegen kann eine indirecte Reizung des Gehirns durch Erregung der Sinnesnerven und zwar vorzüglich des Opticus und Acusticus schon durch Ströme mittlerer Stärke ins Werk gesetzt werden. Ausser intensiven Licht- und abnormen Gehörserscheinungen folgen Schwindel, Benommenheit des Sensorium, selbst Bewusstlosigkeit auf eine Faradisirung der genannten Sinnesnerven mit starken Strömen, und es ist deshalb bei der Erregung derselben die äusserste Vorsicht um so mehr geboten, als die Reaction der einzelnen Individuen gegen derartige Einwirkungen eine ausserordentlich verschiedene ist.

Von den in der Bauch- und Brusthöhle gelegenen Organen sind nur diejenigen dem electrischen Strome zugängig, welche entweder frei nach aussen münden — Rectum, Vagina mit Uterus, Urethra und Blase, Oesophagus und Magen — oder deren Nerven auch ausserhalb der Leibeshöhlen verlaufen und hier erreichbar sind (Zwerchfell durch Nn. phrenici, Herz und Lungen durch Nn. vagi). Die erstgenannten Organe werden durch eine Electrode, welche bis zu ihrer knopfförmigen, mit feuchtem Leiter umwickelten Spitze hin durch Gummi- oder Guttaperchaschlauch gedeckt ist und bei offener Kette in den betreffenden Schleimhautcanal eingeführt wird, gereizt, nachdem durch Aufsetzen der andern Electrode in der Nähe die Kette geschlossen wurde. Für Blase, Uterus und Mastdarm empfiehlt sich die Anwendung des von Duchenne angegebenen „Excitateur double“ d. h. zweier in einen feinen Guttaperchacylinder eingeschlossener, isolirter, biegsamer und geknöpfter Electroden, welche nach der Einführung in das Cavum durch einen einfachen Mechanismus von einander entfernt und durch ihre äusseren Enden mit den Leitungsschnüren eines Inductionsapparates in Verbindung gebracht werden und auf diese Weise sowohl den positiven als den negativen Pol auf Schleimhaut und Muscularis der betreffenden Organe einwirken lassen. Man kann indessen auch ohne dieses immerhin complicirte und kostspielige Instrument auskommen. Ein englischer Catheter, dessen Schnabel man bis zum Auge abschneidet und aus dessen Mandrin man an der Spitze eine Oese macht, an welcher das kleine Stück Waschschwamm sicher befestigt werden kann, leistet Alles was man braucht. Duchenne, M. Meyer u. A. scheinen sich nur der

glatten metallenen Electroden zu bedienen, wenigstens habe ich nirgends von einer Umhüllung der „Olive“ mit feuchtem Schwamm oder Leder gelesen. Ich ziehe es vor, auch bei der Erregung von Muskelschichten, die mit Schleimhaut überzogen sind, die Electrodenknöpfe mit feuchtem Leiter (feinem Badeschwamm) zu überziehen, um eine zu starke Reizung der Schleimhaut, welche doch nicht immer gleichmässig feucht ist, zu verhüten und zugleich den Strom möglichst kräftig auf die darunter liegende Muskelschicht eindringen zu lassen.

In den Oesophagus und Magen kann man ebenfalls geknöpfte und bis zum Knopf cachirte Electroden einführen. Der übrige Theil des Darmtracts — also vom Pylorus bis zur Flexura Sigmoidea — ist dem electrischen Strome unerreichbar, es sei denn, dass sehr schlaffe Bauchdecken das Eindringen des Stromes von Aussen ermöglichten, oder dass abnorme Lagerungsverhältnisse walteten. Bei Frauen, welche oft geboren haben, kann man, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, einzelne Darmpartieen, in einer grossen Bauchdeckenfalte emporgehoben und von zwei Seiten her gereizt, in Contraction versetzen. Bei straffen Bauchdecken, wie sie beim männlichen Geschlechte vorherrschen, habe ich dies nie erreichen können und bin zu der Ueberzeugung gelangt, dass man durch straffe Bauchdecken hindurch den faradischen Strom nicht auf den Darm localisiren kann.

In Betreff abnormer Lageverhältnisse des Darms habe ich wiederholt die in grossen Hernien enthaltenen Darmpartieen in sehr lebhafte peristaltische Bewegung versetzen können, am schönsten an einem angeborenen Leistenbruche von der Grösse eines Kindskopfes (bei einem 28jährigen Manne), dessen Integumente so dünn und zart waren, dass sich die Windungen des Dünndarms hervorwölbten, und jede Contraction aufs Deutlichste erkennen liessen. Die peristaltischen Bewegungen konnten durch mechanische und thermische Reizungen (Druck, Bespritzen mit kaltem Wasser) zwar angeregt werden, indessen überschritten sie nicht ein gewisses Maass der Energie. Wurde der faradische Strom auf die wohlangefeuchtete Oberfläche der Hernie applicirt, nachdem dieselbe in der Rückenlage des Kranken zwischen den gespreizten Beinen auf weiche Kissen gebettet war, so liessen sich sofort dieselben Erscheinungen hervorrufen, welche Ed.

Weber[1]) an blossgelegten Darmpartieen von Thieren vermittelst des Rotationsapparates erzielte, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier der Einfluss der atmosphärischen Luft wegfiel, welchen Weber nicht ausschliessen konnte. Setzte ich die feinen Electrodenspitzen auf, so gerieth das unter jeder derselben liegende Darmstück nach wenigen Secunden in tetanische Contraction, so zwar, dass sich das Darmstück wie ein ziemlich elastischer, etwa fingerdicker Strang anfühlte. Die Contraction währte einige Secunden nach der Oeffnung der Kette fort, um sich dann allmälig auf die nicht gereizten Darmpartieen fortzupflanzen. Liess ich den Strom mittelst zweier feiner Electroden längere Zeit (2—3 Minuten) auf die Hernie einwirken, und steigerte die Stromstärke allmälig, so erreichte die Energie der peristaltischen Bewegungen eine überraschende Höhe. Der Bruch war einem Knäuel von Schlangen, welche sich durch einander winden, nicht unähnlich, der gasförmige Inhalt des Darms wurde mit lautem Getöse fortgestossen, hie und da konnte ich tetanische Contractionen in einem Darmstücke fühlen, welche nach einer Dauer von mehreren Secunden nachliess, um an einer anderen Stelle wieder zu erscheinen. Eine Reposition des Bruches kam hiebei nicht zu Stande. Diese äusserst stürmischen Actionen dauerten lange nach der Entfernung des electrischen Reizes — ganz allmälig schwächer werdend — fort, waren aber erst nach einer Viertelstunde ganz erloschen. Der Kranke, welcher diese bisher ungeahnte Aufregung in seinem Bruche mit Erstaunen betrachtete, versicherte mit Bestimmtheit, dass er keinen Schmerz verspüre ausser in der Haut an den beiden Stellen, wo die Electroden aufgesetzt waren. Dieser Schmerz erlosch sofort mit dem Abnehmen der Electroden, während die stürmische peristaltische Action noch lange — aber ganz schmerzlos — fortdauerte.

Die Milz, wenn sie beträchtlich vergrössert und bei sehr schlaffen Bauchdecken zu umgreifen ist, kann ganz wohl dem faradischen Strome exponirt werden, indem man den einen Pol an die innere, den zweiten an die äussere Fläche des etwas hervorgeschobenen Organs applicirt. Mehrfache derartige Ver-

1) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. pag. 26. Art. Muskelbewegung.

suche haben mir indessen, was Volumen der Milz und etwaige subjective Empfindungen anlangt, constant ein durchaus negatives Resultat ergeben. Diese Angabe ist indessen ohne Werth, da selbst über die Frage, ob die menschliche Milz überhaupt contractile Elemente besitzt, noch nicht einmal endgültig entschieden ist. Während die Erlanger Forscher[1]) an den Milzen zweier Hingerichteter keine Spur von Contractionen entdecken konnten, wollen Wagner[2]), Harless[3]) und Jaschkowitz[4]) Contractionsphänomene an der Menschenmilz beobachtet haben. — Praktischen Werth hat die Erledigung dieser interessanten Frage für uns insofern nicht, als die Faradisirung der Milz nur unter den oben erwähnten günstigen Bedingungen (Milztumor und sehr schlaffe Bauchdecken), also überhaupt nur selten ausführbar ist.

In Betreff der Faradisirung der Muskeln des Schlundes und Kehlkopfes, sowie der Nn. phrenici und vagi verweise ich auf den speciellen Theil.

Es wurde oben ausgeführt, dass die Hautnerven, welche unter den Ansetzstellen der beiden Pole — sei es nun in Form stärkerer Zweige oder mikroskopisch feiner Ausbreitungen, — sich befinden, von dem durchgehenden Strome stets gereizt werden müssen. Selbstverständlich wird die Erregung am schmerzhaftesten in den Regionen sein, welche den grössten Reichthum an sensiblen Nerven besitzen, wie im Gesichte, an den Volarflächen der letzten Fingerglieder u. s. w.

Als das beste Verfahren, diesen Hautschmerz möglichst gering zu machen, empfiehlt sich nach Duchenne's, Remak's und meinen Erfahrungen ein recht kräftiges Aufdrücken der Electroden. Remak erklärt merkwürdiger Weise (l. c. pag. 25) diese Wirkung des Druckes für „weit räthselhafter, als man auf den ersten Blick glauben sollte,“ indessen ist er bisher die Begründung dieser seiner Behauptung schuldig geblieben. Ich meine, es lassen sich genug physiologische und

1) Dittrich, Gerlach und Herz in Prager Vierteljahrschrift 1851. Bd. VIII. pag. 65.

2) Jena'sche Annalen 1849. Heft 1.

3) Augsburger Allgem. Zeitung 1850.

4) Virchow's Archiv 1857. Bd. XI. p. 239.

pathologische Thatsachen dafür beibringen, dass energische Compression eines Nerven je nach der Intensität des Druckes schwächend oder lähmend auf ihn einwirkt und ihn für einen anderen, gleichzeitig einwirkenden Reiz leitungsunfähig macht. Es erklärt sich hieraus leicht die Thatsache, dass bei der Faradisirung der Hautschmerz da am stärksten sein wird, wo der nöthige Gegendruck fehlt, und da am geringsten, wo die Haut eine feste Unterlage hat und deshalb eine sichere Compression der Nerven gestattet.

Ebensowenig kann ich ferner nach meinen Beobachtungen Remak beistimmen, wenn er die von Duchenne mit so grosser Vorliebe behandelte „Sensibilité électro-musculaire“ ganz verwirft (l. c. p. 31). Leuchtet es auch sofort ein, wenn man Duchenne's wunderbare Angaben (l. c. p. 56 und 57) über die Verschiedenheit der Muskelsensibilität bei den einzelnen Muskeln durchsieht, dass er dieselbe vielfach mit der Sensibilität der Haut confundire, so ist doch nicht zu leugnen, dass jede complete, auf electrischem Wege erzeugte Contraction eines Muskels von einer Sensation begleitet ist, welche unabhängig von der electro-cutanen Reizung besteht und als ein krampfiger oder spannender Schmerz bezeichnet werden kann. Ob diese Schmerzempfindung, welche Jedermann beim nächtlichen Waden- oder Sohlenkrampfe kennen lernt, denjenigen sensiblen Nervenröhren zuzuschreiben sei, welche allen — auch den sogenannten rein motorischen — Nerven, z. B. dem N. facialis, beigemischt sind, oder ob die motorische Röhre selbst Vermittler des Muskelgefühls sei, wie es Eckhardt [1]) für möglich hält, oder endlich, ob die sensibeln Nerven der bindegewebigen Umhüllungen der Muskelbündel die alleinigen Ausgangspunkte des Schmerzes seien, wie Remak (l. c. pag. 22) behauptet — diese Frage lässt die Physiologie vorläufig unbeantwortet, indessen erscheint immerhin die erste Annahme als die wahrscheinlichste [2]).

Da nun dieses Krampfgefühl, welches Jedermann bei der Faradisirung seiner eigenen Muskeln als einen Schmerz aner-

1) Eckhard, Physiologie des Nervensystems. Giessen 1854. pag. 113. Vergl. Ludwig, Physiologie. Bd. I. pag. 361.

2) Vergl. Spiess, Physiologie des Nervensystems. pag. 76.

kennen wird, jede durch den galvanischen Strom gesetzte energische Muskelcontraction begleitet, so ist die Angabe von Remak (l. c. pag. 24), „dass Personen, an welchen er den M. cu-„cullaris und M. depressor anguli oris zur Verkürzung gebracht „habe, nicht das Geringste davon empfunden hätten," oder „dass „er alle Gesichtsmuskeln ohne Schmerz electrisiren könne" (l. c. pag. 32) — erheblich zu modificiren, ganz abgesehen davon, dass man den Hautschmerz auch nur an den wenigen Stellen fast ganz zu vermeiden im Stande ist, wo die Haut arm an sensiblen Nerven und mit einer knöchernen Unterlage versehen ist.

In Betreff der Einwirkung des faradischen Stromes auf die Blutgefässe der Haut muss ich der Kürze wegen auf die Arbeiten der Gebrüder Weber[1]), von Schultze[2]), Kölliker[3]) und Pflüger[4]) verweisen. Hier sei nur bemerkt, dass sich die von allen genannten Forschern constatirte Thatsache der Verengerung der kleinsten Gefässe im Beginn der Reizung und der übermässigen Erweiterung derselben nach langdauernden und relativ starken Reizungen sehr gewöhnlich an der Haut von Personen, welche eine nicht zu dicke Epidermis besitzen, beobachten lässt. Faradisirt man nämlich die Haut intensiv durch trockene Electroden z. B. durch Metallpinsel, so entsteht zunächst eine partielle Anämie durch spastische Verengerung der kleinsten Gefässe, und zugleich durch Contraction der Hautmuskeln ein Heraustreten der Haarbälge und Talgdrüsenmündungen (Gänsehaut). Setzt man die Reizung nun andauernd — 2 bis 3 Minuten und darüber — fort, so tritt an die Stelle der Anämie eine intensive Hyperämie, ein Erythem, welches auf der secundären oder paralytischen Ectasie der Gefässe beruht und oft lange nach beendeter Reizung noch fortbesteht. Es variirt dies Erythem bei den einzelnen Individuen in Betreff der Ausdehnung und Intensität der Röthe sehr erheblich, ja bei

1) Ed. und E. H. Weber, Die Wirkung des magnet-electrischen Stromes auf die Blutgefässe. Müller's Archiv 1847. pag. 232.

2) Max Schultze, De arteriarum notione, structura etc. Gryphiae 1849. pag. 51 sq.

3) Kölliker, Prager Vierteljahrschrift 1849. Bd. VI. Heft I.

4) Pflüger, Ueber die Einwirkung der vorderen Rückenmarkswurzeln auf das Lumen der Gefässe. Allgemeine medicinische Central-Zeitung. Bd. XIV. Aug. 1855.

einigen — jüngeren und älteren — Personen sah ich selbst nach ganz schwachen Strömen und bei stark angefeuchteten Electrodenschwämmen sofort Erythem auftreten. Diese partielle Hauthyperämie tritt gewöhnlich erst mit dem Abnehmen der Electroden zu Tage, bei langdauernder Reizung (3 Minuten) jedoch schon während derselben; sie ist von einer nicht unbedeutenden Temperatursteigerung an der betreffenden Stelle begleitet, was sich mit dem Thermometer constatiren lässt, und verschwindet nach kurzer Zeit ohne irgend welche Folgen zu hinterlassen. Zuweilen steigert sich die Hyperämie zu einer serösen Durchtränkung des Hautgewebes. So sah ich bei einem kräftigen Manne nach jeder länger dauernden Application eines mässig starken Stromes an jedem Pole auf der hyperämirten Hautstelle eine weisse Quaddel entstehen, welche zuweilen die Grösse eines Viergroschenstückes erreichte.

Die Einwirkung des faradischen Stromes auf die Muskeln manifestirt sich constant durch Temperaturerhöhung. Diese Steigerung der Muskelwärme ist jedoch nicht auf Rechnung des electrischen Stromes, sondern auf Rechnung der Contraction zu setzen.

Die Steigerung der Muskelwärme durch kräftige und dauernde Contraction ist schon wiederholt Gegenstand sorgfältitiger Untersuchungen gewesen, ohne dass es jedoch bisher gelungen wäre, die Quelle der Wärmesteigerung zu ermitteln. Becquerel und Breschet [1]) constatirten zuerst mittelst thermoelectrischer Messungen, dass die Wärme in den willkürlichen Muskeln sich durch starkes Arbeiten derselben erheblich steigere z. B. in dem Biceps eines Mannes nach 5 Minuten dauerndem Sägen um 1° C.

Auch Gierse [2]) bestätigte diesen Befund bei Hunden, indem er zeigte, dass die Haut über den contrahirten Muskeln des einen Schenkels beträchtlich wärmer sei, als die Haut über den schlaffen Muskeln des andern Schenkels. Helmholtz [3]) merzte zur Erledigung der Frage, woher die Wärme stamme, den Ein-

---

1) Annal. des sciences natur. Zool. 2 Ser. III, 257. IV. 243.
2) Quaenam sit ratio caloris organ. etc. Dissertat. inaug. Halae 1842.
3) Müller's Archiv 1848. pag. 144.

fluss der Circulation und der Blutwärme aus, indem er die Oberschenkelmuskeln von Fröschen, deren Schenkel nur noch durch den Nerven mit dem Körper zusammenhing, zu thermoelectrischen Messungen benutzte. Es stellte sich hierbei heraus, dass die Wärme in den Muskeln nach einem 2—3 Minuten währenden Tetanus um 0,14—0,18° C. stieg. Auch Matteucci [1]) der die Versuche am Frosche wiederholte, fand eine Temperatursteigerung um 0,5° C. in dem Muskel. Béclard [2]) endlich, der die Temperatursteigerung in Muskeln, welche durch ihre Contraction eine äussere mechanische Arbeit verrichteten, verglich mit der Wärmesteigerung in Muskeln, die mit der Contraction keine mechanische Arbeit verbanden, sondern nur das Gewicht des anhängenden Körpertheils und den Widerstand der Antagonisten zu überwältigen hatten, fand, dass die Wärme sich in den mechanisch arbeitenden Muskeln nicht so bedeutend steigere, als in den nicht arbeitenden, welche um 0,10—0,26° C. wärmer gefunden wurden, als die ersteren. Béclard schliesst daraus, dass Arbeit und Wärme, als gemeinsame Effecte der Muskelaction, sich complementär zu einander verhielten.

Da die Frage von der Temperatursteigerung innerhalb contrahirter Muskeln mir auch eine grosse praktische Bedeutung zu haben schien, insofern sich daraus Anhaltspunkte für die Erklärung der Wirkung der faradischen Behandlung gelähmter oder sonst in mangelhaften Ernährungsverhältnissen befindlicher Muskeln ergeben müssen, so stellte ich eine Reihe von thermometrischen Untersuchungen an der Haut über solchen Muskeln an, welche längere Zeit in tetanischer Verkürzung standen.

Zu diesen Versuchen bediente ich mich eines vorzüglichen Thermometers von Ch. F. Geissler in Berlin, dessen Quecksilber-Reservoir nicht eine Kugel, sondern eine Spindel von ca. 15 Millimeter Länge und 5 Millimeter Dicke ist. Die Steigröhre ist äusserst fein und befindet sich auf einer Tafel von 32 Centim. Länge, welche eine Scala von + 6° bis + 56° Celsius zeigt. Die Eintheilung in Zehntel-Grade ist so eingerichtet, dass man bequem Zwanzigstel-Grade ablesen kann. Die Form des Quecksilber-Reservoirs sowie die ausserordentliche (durch die Dünne

1) Proc. of the Royal Society 1856. Vol. VIII. Nr. 22.

2) Archives général. 1861. XVII. pag. 21.

des Steigrohrs gesetzte) Empfindlichkeit des Instrumentes lassen dasselbe zu Messungen der Temperatur an der freien Körperoberfläche besonders geeignet erscheinen. Das Verfahren bei den Messungen war so, dass ich die Quecksilber-Spindel in die Furche zwischen dem M. extensor digitor. commun. und M. ext. carpi radial. brev. einlegte, dieselbe in ihrer ganzen Länge der Haut möglichst genau coaptirte, und in dieser Stellung 20 Minuten vor der Reizung, sodann während derselben und eine längere Zeit nach dem Oeffnen der Kette unverrückt fixirte. Die Erhebung von Hautfalten behufs Umhüllung der Spindel habe ich nach vielen Versuchen als unbrauchbar und zu Irrthümern führend aufgegeben. — Die meisten Versuche wurden bei unbedeckter Haut angestellt, wobei mit der grössten Sorgfalt die Einwirkung von Luftströmungen und die Verrückung der Spindel vermieden wurde. Ich habe indessen die Resultate dieser Versuche durch Experimentiren bei Umhüllung des Vorderarms und der Spindel mit dreifachen Lagen von dickem Flanell controllirt. Selbstredend können die Resultate immer nur einen relativen Werth haben, da einerseits die Abkühlung des Quecksilbers in der Spindel Seitens der äusseren Luft nicht vermieden werden kann, andererseits durch die Bedeckung der Epidermis mit schlechten Leitern die normale Wärmeausgabe der Haut gestört wird; indessen zeigen doch die Resultate der einzelnen Versuchs-Reihen eine Uebereinstimmung, welche über die Thatsache keinen Zweifel lässt. Die Verkürzung der Streckmuskeln am Vorderarm wurde durch localisirte Faradisirung des N. radialis am Oberarm, da wo er sich um den Humerus nach vorne herumwindet — ungefähr in der Mitte zwischen dem Condyl. ext. humeri und dem Ansatze des M. deltoid. — mittelst der positiven Electrode bewerkstelligt, während die negative auf dem Sternum fixirt war. Es wurde auf diese Weise die Oberfläche der über die Streckmuskeln gespannten Haut mit den Electroden überhaupt nicht berührt, und dadurch eine directe Einwirkung des Stromes auf die Blutgefässe der Cutis ausgeschlossen. Auch ist man bei der Reizung des N. radialis sicher, keine erhebliche, zu den Streckmuskeln verlaufende Arterien zu lädiren.

Hatte das Quecksilber in der Steigröhre bei einer Zimmertemperatur von 15° R. nach 15—20 Minuten einen unveränderten Stand eingenommen, so begann die Reizung mit einem bei

allen Versuchen ziemlich gleich starken Inductionsstrome, der in den Streckmuskeln der Hand und Finger eine äusserst kräftige tetanische Contraction hervorrief.

Ich will aus einer grossen Menge von Versuchen zunächst drei Reihen von Messungen hersetzen, welche an einem und demselben Individuum — einem ältlichen Manne mit schlaffer Musculatur und nachgiebiger Haut — zu verschiedenen Zeiten angestellt wurden. Es folgen sodann zwei Versuche an einem kräftigen Manne, welcher an dem zur Messung gewählten Arme durch Quetschung des N. radialis am Oberarm eine complete Lähmung sämmtlicher Streckmuskeln erlitten hatte, ein Umstand, dem der niedrige Stand der Hauttemperatur daselbst zuzuschreiben ist.

I. Versuch

bei unbedeckter Haut.

Wärme am Vorderarm, zwischen M. extens. digitor. comm. und M. extens. carpi radial. brev. 34,7° C.

Inductionsstrom von 4 Minuten durch den N. radialis beim Oeffnen der Kette 34,8

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35,3
do.	2.	do.	do.	35,55
do.	3.	do.	do.	35,65
do.	4.	do.	do.	35,7
do.	5.	do.	do.	35,7
do.	6.	do.	do.	35,65
do.	7.	do.	do.	35,6
do.	8.	do.	do.	35,55
do.	9.	do.	do.	35,45
do.	10.	do.	do.	35,35
do.	11.	do.	do.	35,3
do.	12.	do.	do.	35,3

In der 13. Minute begann sofort ein neuer Strom von 1 Minute beim Oeffnen der Kette 34,7

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35,1
do.	2.	do.	do.	35,3
do.	3.	do.	do.	35,4
do.	4.	do.	do.	35,45

In der 6. Minute begann sofort ein neuer Strom von 1 Minute beim Oeffnen der Kette 35,1

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35.3 ° C.
do.	2.	do.	do.	35,4
do.	3.	do.	do.	35,5
do.	4.	do.	do.	35.6
In der 5. Minute begann sofort ein neuer Strom von 1 Minute			beim Oeffnen der Kette	35,45
Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35,7
In der 3. Minute begann sofort ein neuer Strom von 1 Minute			beim Oeffnen der Kette	35.6
Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35.8
do.	2.	do.	do.	35,8
do.	3.	do.	do.	35.9
In der 6. Minute begann sofort ein neuer Strom von 1 Minute			beim Oeffnen der Kette	35,6
Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35.9
do.	2.	do.	do.	36
do.	3.	do.	do.	35,95
do.	4.	do.	do.	35,9
do.	5.	do.	do.	35,85

II. Versuch

bei bedecktem Vorderarm (mit Flanell).

Wärme der Haut am Vorderarm (ibid.)				33,3 ° C.
Strom von 2 Minuten durch den N. radialis			beim Schluss der Kette	33,3
			beim Oeffnen derselben	32,9
Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	33,9
do.	2.	do.	do.	34,7
do.	3.	do.	do.	35
do.	4.	do.	do.	35.1
do.	5.	do.	do.	35,1
In der 6. Minute beginnt sofort ein neuer Strom von 2 Minuten			beim Schluss der Kette	35.1
			beim Oeffnen derselben	34.6
Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	35,5
do.	2.	do.	do.	35,8
do.	3.	do.	do.	36
In der 4. Minute beginnt sofort ein neuer Strom von 2 Minuten			beim Schluss der Kette	36
			beim Oeffnen derselben	35,7

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	36,3° C.
do. 2. do. do.	36,45
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer Strom von 2 Minuten	
beim Schluss der Kette	36,45
beim Oeffnen derselben	36,1
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	36,5
do. 2. do. do.	36,6
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer Strom von 1 Minute	
beim Schluss der Kette	36,6
beim Oeffnen derselben	36,2
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	36,6
do. 2. do. do.	36,65
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer Strom von 1 Minute	
beim Schluss der Kette	36,65
beim Oeffnen derselben	36,3
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	36,7
do. 2. do. do.	36,7
do. 3. do. do.	36,6
do. 4. do. do.	36,55
do. 5. do. do.	36,5
do. 6. do. do.	36,5
do. 7. do. do.	36,45
do. 8. do. do.	36,4
do. 9. do. do.	36,3
do. 10. do. do.	36,25
do. 11. do. do.	36,2
do. 12. do. do.	36,2
do. 13. do. do.	36,15
do. 14. do. do.	36,1
do. 15. do. do.	36,1
do. 16. do. do.	36,05
do. 17. do. do.	36
do. 18. do. do.	36
do. 19. do. do.	35,95
do. 20. do. do.	35,9
do. 21. do. do.	35,9
do. 22. do. do.	35,85
do. 23. do. do.	35,8
do, 24. do. do.	35,75
do. 25. do. do.	35,75
do. 26. do. do.	35,7
do. 27. do. do.	35,7

Am Ende der	28.	Minute	nach geöffneter Kette	35,65° C.
do.	29.	do.	do.	35,6
do.	30.	do.	do.	35,55
do.	31.	do.	do.	35,5
do.	32.	do.	do.	35,5
do.	33.	do.	do.	35,45
do.	34.	do.	do.	35,4
do.	35.	do.	do.	35,35
do.	36.	do.	do.	35,3
do.	37.	do.	do.	35,25
do.	38.	do.	do.	35,2
do.	39.	do.	do.	35,1
do.	40.	do.	do.	35,05
do.	41.	do.	do.	35
do.	42.	do.	do.	34,85
do.	43.	do.	do.	34,9
do.	44.	do.	do.	34,85
do.	45.	do.	do.	34,8
do.	46.	do.	do.	34,8
do.	47.	do.	do.	34,75
do.	48.	do.	do.	34,7
do.	49.	do.	do.	34,65
do.	50.	do.	do.	34,65
do.	51.	do.	do.	34,6
do.	52.	do.	do.	34,55
do.	53.	do.	do.	34,5
do.	54.	do.	do.	34,5
do.	55.	do.	do.	34,5
do.	56.	do.	do.	34,5
do.	57.	do.	do.	34,5
do.	58.	do.	do.	34.5

III. Versuch

bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut am Vorderarm (ibidem)	33,7° C.
Contraction von 2 Minuten	
beim Schluss der Kette	33,7
beim Oeffnen derselben	33,5

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	34
do.	2.	do.	do.	34,3
do.	3.	do.	do.	34,7
do.	4.	do.	do.	34,8
do.	5.	do.	do.	34,9
do.	6.	do.	do.	34,9

Am Ende der	7.	Minute	nach geöffneter Kette	34,85
do.	8.	do.	do.	34,75
do.	9.	do.	do.	34,7

Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	34,7° C.
beim Oeffnen derselben	34,4

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	34.85
do.	2.	do.	do.	35
do.	3.	do.	do.	35,1
do.	4.	do.	do.	35,25
do.	5.	do.	do.	35,25
do.	6.	do.	do.	35,25
do.	7.	do.	do.	35,2
do.	8.	do.	do.	35
do.	9.	do.	do.	34,8
do.	10.	do.	do.	34,7

In der 12. Minute begann sofort eine

Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	34,6
beim Oeffnen derselben	34,4

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	34,7
do.	2.	do.	do.	34,9
do.	3.	do.	do.	35
do.	4.	do.	do.	35,05
do.	5.	do.	do.	34,9
do.	6.	do.	do.	34.8
do.	7.	do.	do.	34,7

IV. Versuch

an einem kräftigen Manne (mit Paralyse des N. radialis) bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut am Vorderarm 32,05° C.

Contraction von 5 Minuten

während der Contraction	am Ende der	3.	Minute	32,7
do.	do.	4.	do.	33,4
do.	do.	5.	do.	33,8

Nach dem Oeffnen der Kette	am Ende der	1.	Minute	34,4
do.	do.	2.	do.	34,7
do.	do.	3.	do.	34.9
do.	do.	4.	do.	34,95
do.	do.	5.	do.	35,1
do.	do.	6.	do.	35,1

In der 7. Minute beginnt Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	35
beim Oeffnen derselben	35

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der 1. Minute 35,6 ° C.
do. do. 2. do. 35,9
do. do. 3. do. 35,9
In der 4. Minute beginnt Contraction von 3. Minuten
während der Contraction am Ende der 1. Minute 35,85
do. do. 2. do. 36
do. do. 3. do. 36,1

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette 36,4
do. 1. Minute 30. Sec. do. 36,45
do. 2. do. do. 36,4
do. 3. do. do. 36,3
do. 4. do. do. 36,2

V. Versuch

an demselben Manne (mit traumatischer Lähmung des N. radialis) bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut des Vorderarms 31,4 ° C.
Contraction von 30 Secunden
beim Oeffnen der Kette 31,1

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette 31,6
do. 2. do. do. 32,4
do. 3. do. do. 32,7
do. 3. M. 30 Sec. do. 32,9
do. 4. Minute do. 33,2
Sofort Contraction von 30 Secunden
beim Oeffnen der Kette 33

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette 33,4
do. 2. do. do. 33,45
do. 3. do. do. 34
do. 4. do. do. 34,4
do. 4. M. 30 S. do. 34,5
Sofort Contraction von 30 Secunden
beim Oeffnen der Kette 34,2

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette 34,55
do. 2. do. do. 34,7
do. 3. do. do. 34,85
do. 4. M. 30 S. do. 34,9
Sofort Contraction von 30 Secunden
beim Oeffnen der Kette 34,3

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette 35 ° C.
do. 2. do. do. 35,1
do. 3. do. do. 35,2
Sofort Contraction von 30 Minuten
beim Oeffnen der Kette 34,9

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette			35,1
do.	2. do.	do.	35,3
do.	2. M. 30 S.	do.	35,25
do.	3. Minute	do.	35,2

Allmäliger Abfall der Temperatur.

Endlich folgen zwei Messungen an dem Oberschenkel eines athletischen Mannes, der in Folge von Wirbel-Caries seit einem halben Jahre sowohl ad sensum, wie ad motum vollkommen paraplegisch war.

An den Schenkeln war das Fett geschwunden, die Haut schlaff und nachgiebig; die Musculatur zeigte einen mässigen Grad von Atrophie und erforderte zu einer energischen Contraction die Anwendung eines äusserst starken faradischen Stromes, welcher bei der totalen Anästhesie des Gliedes ohne Beschwerden ertragen wurde. Die Thermometerspindel wurde ungefähr in der Mitte des rechten Oberschenkels in die Furche zwischen M. vastus intern. und M. sartorius eingelegt; die Contraction der Streckmuskeln des Unterschenkels wurde durch Reizung des N. cruralis am Ligam. Poupartii ins Werk gesetzt, während die negative Electrode auf dem linken Oberschenkel die Kette schloss. Die Circumferenz der Oberschenkel, welche um die Mitte derselben an einer mit Argent. nitric. gezogenen Linie vor und nach jedem Versuche gemessen wurde, stellte sich constant vor der Contraction am rechten Oberschenkel 40 Cm., am linken 38 Cm.

VI. Versuch.

Wärme der Haut (ohne Umhüllung) nach 30 Minuten 33,7° C.

Contraction von 23 Minuten Dauer.

Während	der Contraction	am Ende der	2.	Minute	33,3
do.	do.	do.	5.	do.	34,1
do.	do.	do.	8.	do.	34,5
do.	do.	do.	10.	do.	34,9
do.	do.	do.	12.	do.	35,3
do.	do.	do.	13.	do.	35,7
do.	do.	do.	15.	do.	35,9
do.	do.	do.	20.	do.	36,2
do.	do.	do.	23.	do.	36,3

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette	am	Ende der	2.	Minute	36,1
do.	do.	do.	4.	do.	36,1
do.	do.	do.	6.	do.	35.9
do.	do.	do.	10.	do.	35,6

Allmäliger Abfall der Temperatur.

Circumferenz des rechten Oberschenkels 15 Minuten später gemessen betrug 41 Cm.

VII. Versuch.

Patient klagt über Schmerzen in der Wirbelsäule. Puls 108, Respiration 25, Temperatur in der Achsel 38,5, zwischen Scrotum und Oberschenkel 38,1, am linken Oberschenkel 34,2.

Wärme der Haut am rechten Oberschenkel nach 25 Minuten 34,3° C.

Contraction von 30 Minuten.

Während der Contraction	am	Ende der	5.	Minute	34,7
do.	do.	do.	10.	do.	35,8

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette	am	Ende der	1.	Minute	35,95
do.	do.	do.	2.	do.	36
do.	do.	do.	3.	do.	36,1
do.	do.	do.	4.	do.	36,25
do.	do.	do.	5.	do.	36,2

Contraction von 5 Minuten.

Während der Contraction	am	Ende der	2.	Minute	35,7
do.	do.	do.	5.	do.	36,5

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der 5. Minute 36,7

Contraction von 5 Minuten

beim Oeffnen der Kette 37,2

Nach dem Oeffnen der Kette	am	Ende der	1.	Minute	37,3
do.	do.	do.	2.	do.	37.35
do.	do.	do.	3.	do.	37,4

Temperatur fällt allmälig ab.

Die Circumferenz betrug 10 Minuten später am rechten Oberschenkel 42 Cm., am linken 38 Cm. Die Farbe der Haut über den Streckmuskeln des rechten Oberschenkels unterschied sich durchaus in Nichts von der Farbe der Haut über den Adductoren, während die Stelle am Poupartschen Bande, wo die positive Electrode stand, eine lebhafte Röthung von der Grösse eines Thalers zeigte. Dieses Erythem trieb das Quecksilber schnell auf 36,8 bis 37° C., sobald man aber mit der Spindel über die Grenze desselben hinausglitt, so sank das Quecksilber sofort um 1,5—2° C., stieg aber

sofort und rapid auf die frühere Höhe, sobald man zum Erythem zurück kehrte. — Die Wärme der Haut über den Adductoren des rechten Oberschenkels ergab 20 Minuten nach der Contraction der Strecker gemessen 34,8° C. Rückte man nun mit der Spindel auf den M. sartorius hinauf, so stieg das Quecksilber sofort auf 36° C., sank aber sogleich wieder, wenn die Spindel über die Grenze des Sartorius hinaus auf die Adductoren zurückkehrte. Die ausserordentliche Empfindlichkeit des Thermometers machte es möglich, den Unterschied in der Wärme der Haut über den Adductoren, den Extensoren und dem N. cruralis am Lig. Poupartii noch nach Verlauf einer Stunde wahrzunehmen. — Die Frequenz der Athemzüge und Pulsschläge, welche vor jedem Versuch constatirt war, bestand in allen Fällen während der Contraction unverändert fort.

Die Resultate der vorliegenden Versuche, welche mit den Ergebnissen der oben erwähnten Experimente von Becquerel und Breschet, von Helmholtz und Matteucci durchaus übereinstimmen, würden sich in Kurzem dahin zusammenfassen lassen:

Die durch faradische Reizung motorischer Nerven erzeugte Muskelcontraction erhöht die Temperatur in den betreffenden Muskeln und mittelbar in der dieselben bedeckenden Haut, ohne die Farbe der letzteren oder den normalen Füllungsgrad ihrer Gefässe zu verändern. Diese Temperatursteigerung ist um so bedeutender, je energischer die Contraction ist und je länger sie andauert; sie erregt den Versuchspersonen das Gefühl intensiver Wärme in den verkürzten Muskeln, und ist von einer Volumszunahme der letzteren begleitet, welche bei Verkürzung der Extensoren den Umfang des Vorderarms um 1/2 bis 1 Cm., den Umfang des Oberschenkels um 1—2 Cm. vergrössert.

Mittelst des Thermometers lässt sich zwischen der hohen Temperatur über den verkürzt gewesenen Muskeln und der fast normalen Temperatur über den benachbarten, nicht verkürzten Muskeln eine scharfe Grenze ziehen. Auch giebt sich dieser Unterschied in der Wärme schon dem Gefühle bei aufgelegter Hand auf das Deutlichste zu erkennen.

In der ersten Minute der Muskelverkürzung fällt das Quecksilber fast constant um 0,1—0,5° C.,

steigt aber bei fortdauernder Contraction schon der dritten Minute wieder, um dann gleichmässig fortzuschreiten. Die bedeutendste Steigerung der Temperatur betrug 4,4° C. in Vers. IV. In demselben Versuche wurde durch die erste Reizung von 5 Minuten Dauer die Wärme von 32,05° auf 35,1° C. also um 3,05° C. gehoben. Bei Contractionen von mässiger Dauer steigt nach Beendigung derselben das Quecksilber in der ersten Minute am schnellsten, erreicht aber seine Acme bei der ersten Reizung jedesmal in der vierten bis sechsten Minute, bei den späteren, schnell auf einander folgenden Reizungen, zwischen denen die Temperatur sich ihrem normalen Stande nicht annähert, in kürzerer Zeit, selbst in der ersten Minute, wenn die Temperatur schon hoch steht. Ist die Haut und die Quecksilberspindel mit einem schlechten Wärmeleiter umhüllt, so steigt die Temperatur rascher und zu einem höheren Grade, als bei unbedeckter Haut. Der Abfall der Temperatur geht langsam, aber ebenso gleichmässig vor sich, als das Aufsteigen — selbstverständlich bei unbedeckter Haut schneller, als bei bedeckter.

Die Wichtigkeit der Resultate für die therapeutische Anwendung des faradischen Stromes insbesondere da, wo es sich um Verbesserung der Ernährung in gelähmten und atrophirenden Muskeln handelt, leuchtet von selbst ein. Die langdauernde Tetanisirung ersetzt fast vollständig die willkührliche Bewegung und energische Uebung des mangelhaft genährten Muskels.

Eine genügende und erschöpfende Erklärung der bedeutenden Temperaturerhöhung lässt sich noch nicht geben, indessen dürfte neben den chemischen Vorgängen, welche allerdings die Hauptquelle der Wärme zu sein scheinen, auch die bedeutend gesteigerte Blutzufuhr nicht gering anzuschlagen sein.

Was das subjective Gefühl bei derartigen langdauernden Verkürzungen anbelangt, so verschwindet der Hautschmerz nach vier bis fünf Secunden, wenn die wohlangefeuchtete Electrode kräftig aufgesetzt und unverrückt gehalten wird. Das dumpfe Krampfgefühl im Muskel bleibt allein zurück. Dieses wird häufig

nach der zweiten Minute von einem mässigen, ruckweise oder stossweise durchschiessenden Schmerze unterbrochen. Am beschwerlichsten fällt den Versuchspersonen die langdauernde unverrückte Haltung des Arms. Es ist deshalb, wenn anders der Kranke nicht durch Bewegungen den ganzen Versuch stören soll, nothwendig, nicht allein den Vorderarm, sondern auch den Oberarm und den ganzen Oberkörper gleichmässig zu unterstützen.

Es wird durch diese Versuche noch eine Frage — wenigstens nach einer Seite hin — erledigt, welche bisher von den Schriftstellern (über therapeutische Anwendung der Electricität) nicht genügend gewürdigt ist: nämlich die zweckmässige Dauer der jedesmaligen Reizung des einzelnen Muskels zu therapeutischen Zwecken. Duchenne, Erdmann und Meyer geben übereinstimmend an, man thue nicht gut, den Strom länger als zwanzig bis dreissig Secunden einwirken zu lassen, weil bei längerer Dauer der Erregung Muskel und Nerv geschwächt und gelähmt würden.

Dies scheint mir indessen mehr eine aprioristische Annahme, als eine auf Erfahrung basirte Thatsache zu sein. Ich habe wenigstens weder in gesunden noch in gelähmten Muskeln nach langdauernden Reizungen einen Schwächezustand eintreten sehen, sondern im Gegentheil constant neben der Erhöhung der Temperatur und Vergrösserung des Umfanges eine freiere Action in den Muskeln bemerkt. Ein Fall von completer Lähmung des N. radialis (durch Druck oder Quetschung) gelangte bei der fast ausschliesslichen Behandlung mit zwei bis drei Minuten währenden Erregungen in elf Sitzungen zur Heilung. Es geht aus der Tabelle V. allerdings hervor, dass auch wiederholte Contractionen von 30 Secunden Dauer eine erhebliche Temperaturerhöhung setzen, allein diese kommt langsamer zu Stande und erreicht nicht die Höhe, wie sie Tabelle II., IV., VI., VII. zeigen.

Bei der grossen Wichtigkeit der Muskelaction als Beförderin der centripetalen Venen- und Lymph-Strömung sowie des centrifugalen Arterien-Stromes zur Ernährung des Muskels möchten die langdauernden Reizungen vorzugsweise da am Orte sein, wo ein Muskel durch Läsion seiner Nerven zur Immobilität verdammt, der regressiven Metamorphose anheimzufallen droht.

Der constante galvanische Strom.

Vor der Entdeckung der Inductionsphänomene war die Herbeiziehung constanter galvanischer Ströme zu Heilzwecken wiederholt in Angriff genommen. Die Schwierigkeit, einen Strom zu erzeugen hinreichend stark, um am Menschen irgend welche Reizerscheinung hervorzurufen, die Umständlichkeit des ganzen Verfahrens scheint indessen die einzelnen Forscher (Ritter, Reil, Grapengiesser u. A.) ermüdet zu haben, da namhafte Resultate in Betreff der therapeutischen Wirkung des galvanischen Stromes nicht zu Tage traten. Faraday's glänzende Entdeckung der Inductionserscheinungen, sowie die damit Hand in Hand gehende Verbesserung der für den ärztlichen Gebrauch bestimmten Apparate verdrängte die continuirlichen electrischen Ströme vollständig.

Mit dem Anfang der fünfziger Jahre unseres Jahrhunderts beginnt für den constanten galvanischen Strom in jeder Beziehung eine neue Epoche. Während Middeldorpf mit den thermischen Effecten des galvanischen Stromes in der Chirurgie hervortrat, während die Physiologen und besonders Eckhard und die Schüler Du Bois-Reymond's: Heidenhain, Pflüger und Rosenthal beschäftigt waren, die physiologischen Wirkungen des constanten Stromes auf Nerv und Muskel endgültig festzustellen, versuchte Remak der therapeutischen Anwendung des constanten Stromes eine Basis zu schaffen. Seine ersten Publicationen über diesen Gegenstand erschienen 1856. Ihnen folgten eine grosse Reihe von Journalartikeln, welche man in dem 1858 erschienenen Hauptwerke „Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten" pg. 207 sqq. noch einmal abgedruckt findet.

Der Eindruck der Remak'schen Mittheilungen auf das ärztliche Publikum war ein überaus ungünstiger. Die Unbesonnenheit und Exaltation, mit welcher Remak seine Beobachtungen, ohne eine ruhige Prüfung derselben abzuwarten, sofort in die Oeffentlichkeit schleuderte, die abenteuerlichen Wahrnehmungen und wunderbaren Heilungen, welche Remak in allen Zungen und in allen Blättern dem ärztlichen Publikum sowie

der leidenden Menschheit vorführte: diese Momente genügten, um das Verfahren Remak's von vorneherein auf's Tiefste discreditiren. So wurde über das Richtige wie über das Falsche sofort und ohne genügende Prüfung der Stab gebrochen, und Niemand gab sich die Mühe, einer Sache, die von vorneherein mit dem Fluch des Lächerlichen behaftet war, ernsthaft nachzugehen. So ist es gekommen, dass erst vor Kurzem — fast 6 Jahre nach dem Erscheinen der ersten Aufsehen erregenden Publicationen Remak's — controllirende Versuche von Specialisten im Gebiete der Electricität veröffentlicht sind, welche vorläufig einen wenn auch geringen Theil der Remak'schen Behauptungen als richtig erweisen. Man hat wohl behauptet, dass die Schwierigkeiten der Herstellung eines constanten Stromes von hinreichender Intensität es seien, welche die Aerzte und selbst die Specialisten von derartigen Untersuchungen abhielten; — allein wir haben noch in den letzten Jahren an der raschen Entwickelung der Laryngoscopie gesehen, dass die Fortschritte eines fruchtbringenden Gegenstandes, welchem das Vertrauen der Aerzte gesichert ist, keine Schwierigkeiten kennen. Es war lediglich der Mangel an Vertrauen zu den Remak'schen Beobachtungen, welcher die Aerzte abhielt, die von ihm neu eröffnete Bahn zu beschreiten. Remak hat dies wohl bemerkt und ist in den letzten Jahren bemüht gewesen, durch Modificirung und Einschränkung seiner anfänglichen Behauptungen den ungünstigen Eindruck derselben zu verwischen und das Vertrauen zur Heilkraft des constanten Stromes zu heben.

Bevor wir den heutigen Standpunkt der Frage charakterisiren, wollen wir einen Blick auf die Resultate der physiologischen Untersuchungen über die Wirkungen des constanten Stromes auf Nerven und Muskeln werfen. Ich bemerke vorweg, dass für die meisten Punkte dieser Lehre die Acten noch nicht geschlossen sind und dass wir selbst die durch die Physiologen festgestellten Thatsachen für die Behandlung des menschlichen Körpers nur zum geringsten Theile verwerthen können.

Der constante Strom wirkt wie der inducirte als Reiz auf den motorischen und sensiblen Nerven ein. Der motorische Nerv antwortet, wie bekannt, jedesmal auf die Schliessung und Oeffnung der galvanischen Kette mit einer Zuckung, während bei ge-

schlossener Kette und unverrückt gehaltenen Electroden der Muskel in Ruhe ist. Bei grösserer Stärke erzeugt der constante Strom Tetanus [1]).

Der sensible Nerv, welcher von einem constanten Strome getroffen wird, äussert Schmerz, nicht blos beim Schliessen und Oeffnen der Kette, sondern auch — wenngleich schwächer — während des Geschlossenseins der Kette.

Die Sinnesnerven zeigen ebenfalls im Momente des Kettenschlusses sowohl als während der ganzen Dauer der Einwirkung der geschlossenen Kette eine Erregung ihrer specifischen Energie.

Ausser dieser Reizwirkung äussert der constante Strom eine modificirende Wirkung auf den Erregungszustand des Nerven oder Muskels.

Diese Modification des Erregungszustandes besteht zunächst in einer Erfrischung des ermüdeten Muskels, d. h. in einer Herstellung oder Aufbesserung der verloren gegangenen oder herabgesetzten Erregbarkeit. Heidenhain, der diese ebenso interessante als wichtige Thatsache entdeckte [2]), fand ferner, dass die Richtung des Stromes auf die Intensität dieses Effectes von wesentlichem Einflusse sei, indem der aufsteigende Strom eine kräftigere und anhaltendere Erfrischung des Muskels setze als der absteigende. War endlich durch den constanten Strom (z. B. durch den aufsteigenden) die Irritabilität des Muskels hergestellt oder gebessert, so liess sich im günstigsten Falle eine Contraction nur erzielen durch Oeffnung desselben (aufsteigenden) oder durch Schliessung des entgegengesetzten (absteigenden) Stromes.

Die Modification der Erregbarkeit eines motorischen Nerven durch den constanten Strom überhaupt, besonders die Einwirkung der Stromesrichtung und des Wechsels derselben (Volta'sche Alternativen) auf die Erregbarkeit des Nerven hat in der neuesten Zeit Rosenthal [3]) dahin prä-

1) Pflüger, Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859.

2) Physiologische Studien. Berlin 1856. pag. 55. Ueber Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit durch constante galvanische Ströme.

3) Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1857. Decbr. pag. 640.

cisirt: Jeder constante Strom, welcher eine Zeit lang einen motorischen Nerven durchströmt, versetzt denselben in einen Zustand, worin die Erregbarkeit für die Oeffnung des einwirkenden und Schliessung des entgegengesetzten Stromes erhöht, dagegen für die Schliessung des ersteren und die Oeffnung des letzteren herabgesetzt ist.

Ausser diesem modificirenden Einflusse auf Muskel und motorischen Nerven soll nun dem constanten Strom auch eine herabstimmende, lähmende Wirkung auf den motorischen Nerven zukommen. Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche von Valentin[1]) angeregt, zuerst von Eckhard[2]) zu einem gewissen Abschlusse gebracht zu sein schienen, sind in der Folge von Pflüger (l. c.) wieder aufgenommen und haben dem letzteren, indem er der zur Anwendung kommenden Stromstärke eine besondere Berücksichtigung angedeihen liess, andere Resultate ergeben, als die von Eckhard erlangten. „Wenn man einen motorischen Nerven, schliesst Pflüger[3]), oberhalb einer constanten aufsteigenden Kette, deren Stromstärke eine gewisse Grösse nicht überschreitet, reizt, so schwächt die Zuckung gar nicht wie Eckhard glaubt, wohl aber thut es der absteigende Strom von derselben Stärke bei oberhalb desselben ausgeführter Reizung. Nur wenn die Stromstärke eine gewisse Grösse überschreitet, dann kehrt sich die Sache um. Auch die andere Behauptung Eckhard's, dass bei aufsteigendem constanten Strome die Erregbarkeit des betreffenden Nerven an jeder Stelle herabgesetzt sei, ist wenigstens in ihrer Allgemeinheit unrichtig. Ueberschreitet nämlich dieser Strom eine gewisse Stärke nicht, so ist die Zuckung, welche man durch Reizung einer oberhalb der vom constanten Strome betroffenen Nervenstrecke erlangt, durchaus nicht geschwächt, sie ist vielmehr merkwürdigerweise verstärkt. Ueberschreitet aber der Strom eine gewisse Stärke, dann tritt das Gegentheil ein, d. h. die Zuckungen sind geschwächt.

1) Lehrbuch der Physiologie 1848. Bd. II. pag. 655.
2) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1855. I. pag. 44.
3) Ueber das Hemmungsnervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857. pag. 3.

Für den Zweck des vorliegenden Buches genügt es, in aller Kürze auf diese Untersuchungen hingewiesen zu haben, da dieser Gegenstand für die praktische Anwendung des constanten Stromes am Menschen bisher ganz ausser Rechnung bleibt. Remak [1]) will zwar eine wenn auch nicht gerade lähmende, so doch „antispastische“ Wirkung des Stromes bei den mannigfaltigsten Krampfformen beobachtet haben, welche theils darauf beruhen soll, dass „der Strom die Willensherrschaft über die in Krampf oder Zittern begriffenen Muskeln steigere oder durch seine katalytische Einwirkung Reize entferne, welche den Krampf hervorriefen,“ theils darin zu suchen sei, „dass eine gesteigerte Erregbarkeit der Nerven oder Muskeln, welche örtliche Krämpfe zu bedingen schienen, durch zweckmässige Anwendung des Stromes herabgesetzt werde.“ Bisher hat indessen kein Beobachter diese beruhigenden „antispastischen“ Wirkungen Remak's bestätigt. Ich selbst habe mich in zwei Fällen von Tic convulsiv sowie bei mehreren Contracturen vergeblich bemüht, durch den constanten Strom die krampfhaften Muskelzuckungen zu beruhigen oder die Contracturen zu lösen.

Nicht weniger zweifelhaft und jeder Bestätigung von anderer Seite bisher entbehrend sind die Angaben Remak's über die von ihm mit besonderer Vorliebe behandelte „katalytische“ oder verständlicher ausgedrückt „antiphlogistische“ Wirkung. Als katalytische bezeichnet Remak (l. c. p. 203) die Wirkung deshalb, weil ihm eine Zergliederung der Thatsachen ergibt, „dass die Wirkung des Stromes, wo er einen abnormen, durch Fehler des Blutlaufes oder durch krankhafte Ausschwitzung gestörten Zustand von Geweben beseitigt, nicht blos beschränkt sein kann auf Electrolysis im engeren Sinne d. h. auf eine der Wasserzersetzung analoge Veränderung der Gewebe, sondern dass hiebei die durch Erweiterung der Blutgefässe bedingte Erleichterung des Blutlaufes und Resorption eine wesentliche Rolle spielen.“

Diese „katalytische“ Wirkung entfaltet der constante galvanische Strom nach Remak in folgenden Zuständen:

1) bei entzündlichen Zuständen:

---

1) l. c. pag. 270 sqq.

a) der Gelenke, sowohl bei acuten, chronischen, traumatischen wie bei rheumatischen;

b) bei chronischen schmerzhaften Rheumatismen der Gelenke, der Muskeln, Muskelscheiden, Sehnen, des Periosts, der Nerven (Neuralgien) sowie bei mannigfachen krampfhaften Zufällen, die durch solche örtliche Reizung bedingt werden;

c) bei entzündlichen Zuständen des Rückenmarks, durch welche Lähmung der unteren Extremitäten, der Harnblase und des Mastdarms bedingt werden;

d) bei entzündlichen Zuständen des grossen Gehirns, durch welche Zittern und andere krampfhafte Zufälle entstehen.

2) Bei Exsudaten, die nach den oben erwähnten entzündlichen Zuständen zurückbleiben, namentlich bei Gelenkwassersucht;

3) bei schmerzhaften und entzündeten Geschwülsten.

Ob diese Wirkungen des continuirlichen galvanischen Stromes, welche Remak aus Beobachtungen an Kranken erschlossen haben will, in dem Maasse auch andern Beobachtern wahrnehmbar sein werden, muss vorläufig bezweifelt werden. Ich halte auch heute noch für richtig, was ich bereits im Jahre 1857 aussprach[1]) und was ich an dieser Stelle etwas ausführlicher wiederholen will:

1) Remak wendet offenbar constante Ströme selten an, sondern vorwiegend continuirliche, welche durch Verschiebung der Electroden auf der Körperoberfläche inconstant werden. Was Remak constante Ströme mit labiler Wirkung nennt, sind somit nicht stetige, sondern unregelmässig unterbrochene starke galvanische Ströme, welche vermöge der Unterbrechungen Muskelzuckungen und tonische Contractionen hervorrufen. Die Stromdichtigkeit bleibt nicht, wie es für den Begriff des constanten Stromes erfordert wird, unverrückt vom Schlusse der Kette bis zur Oeffnung, sondern sie erleidet Schwankungen, welche durch die Veränderung der Widerstände beim Verschieben der Stromgeber auf der Haut entsteht. Remak stellt als differentielles Moment zwischen seinen „labilen“ galvanischen und den gewöhnlichen Inductionsströmen auf,

1) Deutsche Klinik 1857. Nr. 47.

dass bei letzteren ein Fallen des Stromes von seinem Maximum auf Null stattfinde, während bei labilen der Strom zwar von seiner Höhe falle, aber immer bedeutend über Null bleibe. Dieser Unterschied ist aber illusorisch, wie Rosenthal nachgewiesen hat.

Meiner Ansicht über diesen Gegenstand sind in der Folge die meisten Schriftsteller, welche sich mit dem Gegenstande theils von physikalisch-physiologischem, theils von therapeutischem Standpunkte aus beschäftigt haben, beigetreten, wie Rosenthal[1]), Oppenheimer[2]), Sinsteden[3]) u. A.

2) Der Tetanus, welchen Remak durch den constanten Strom erzielt, ist fast immer peripherische Wirkung der Stromesschwankungen, selten Effect eines sehr starken, wirklich constanten Stromes, noch seltener oder vielleicht nie eine von Remak sogenannte „galvanotonische" Contraction, d. h. eine durch Erregung sensibler Nerven vermittelst der Centralorgane auf die unter der Electrode gelegenen Muskeln oder auf deren Antagonisten („antagonistische galvanotonische Contraction"), ja selbst auf die Muskeln anderer Extremitäten übertragene Contraction.

Im Betreff der letztgenannten „galvanotonischen" Contractionen befindet sich, wie ich fürchte, Remak in einem grossen Irrthum. Reflexcontractionen werden nach meiner Ueberzeugung bei der Anwendung continuirlicher Ströme nur unter denselben Bedingungen vorkommen, wie bei inducirten, nämlich bei heftiger Reizung ausgedehnter und an sensiblen Nerven reicher Hautpartien, z. B. der Volarfläche der Hand und Finger. In diesem Sinne werden, wie ich glaube, weitere Untersuchungen über die galvanotonischen Contractionen, welche bei dem jetzt zunehmenden Interesse für die Wirkungen continuirlicher galvanischer Ströme zu erwarten sind, die unklaren Angaben Remak's modificiren.

3) Die von mir am Menschen constatirte, von Remak[4]) am Froschschenkel bestätigte Zunahme des

---

1) Medicin. Centralzeitung 1859. Nr. 22.

2) Lehrbuch der physik. Heilmittel 1861, Heft 1, pag. 127.

3) Pr. Vereins-Ztg. N. F IV, 1. 2,

4) Deutsche Klinik 1857. Nr. 45. Galvanotherapie etc. pag. 134 sq.

Umfanges und Blutgehaltes contrahirter Muskeln sowie die oben besprochene bedeutende Temperatursteigerung in denselben ist Folge der Contraction des Muskels, mag dieselbe nun durch Reizung des Muskels selbst oder seines motorischen Nerven entstehen, mag andererseits der inducirte Strom oder ein continuirlicher Strom mit Dichtigkeitsschwankungen oder endlich der Wille als Reiz einwirken. In allen Fällen wird durch den andauernden Tetanus eine Steigerung des Stoffwechsels im Muskel gesetzt, zu deren Erklärung wir somit der electrolytischen Wirkung des galvanischen Stromes nicht bedürfen. Gewiss kann eine Erweiterung und stärkere Füllung der Blutgefässe wie in der Haut, so auch in den oberflächlich gelegenen Muskeln durch directe Einwirkung des electrischen Stromes auf die Muskelsubstanz und ihre Blutgefässe hervorgebracht werden, allein nothwendig ist die letztere zur Erzielung jenes Effectes durchaus nicht, wie ich in dem vorhergehenden Abschnitte gezeigt habe, wo bei den meisten Versuchen die den Reiz auf den motorischen Nerven übertragende und dadurch den Tetanus erzeugende Electrode sich fern von der tetanisirten Muskelgruppe befand.

Dass bei der Verdickung der Muskeln durch continuirliche Ströme die endosmotische Fähigkeit derselben gesteigert werde, während dies bei der Einwirkung inducirter Ströme nicht der Fall sei, wie Remak [1]) behauptet, dies wird durch die a. a. O. angeführten Experimente wahrlich nicht bewiesen!

Es dürfte nach diesen Ausführungen die Wirkung des unterbrochenen continuirlichen Stromes in Hinsicht der Steigerung des Stoffumsatzes im Muskel und der Resorption daselbst abgesetzter Exsudate mit der des Inductionsstromes identisch sein.

Während somit die lähmende Wirkung des constanten Stromes, welche das physiologische Experiment unter gewissen Bedingungen wahrnehmen lässt, am Menschen überhaupt nicht zur Erscheinung zu bringen ist, während die „katalytische“ oder „antiphlogistische“ Wirkung continuirlicher Ströme sich wahrscheinlich in Nichts von der durch Inductionsströme

1) Deutsche Klinik 1857. Nr. 45 und Galvanotherapie etc. p. 134 u. 135.

gesetzten Steigerung des Stoffwechsels im Muskel unterscheidet, verhält es sich mit der modificirenden Einwirkung continuirlicher Ströme auf den Erregungszustand von Muskeln und motorischen Nerven anders. Hier scheint in der That die Heidenhain'sche Entdeckung auch auf den lebenden Menschen Anwendung zu finden. Unzweifelhaft verbessern auch inducirte Ströme die Erregbarkeit des geschwächten Muskels oder seines Nerven; continuirliche Ströme scheinen aber diese Fähigkeit in viel höherem Grade zu besitzen. Es versteht sich, dass wir hierbei von übermässig starken Strömen absehen.

Da diese für die Pathologie und Therapie höchst wichtige und vielversprechende Frage noch als eine offene zu betrachten ist, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn die Meinungen der einzelnen Autoren darüber sehr auseindergehen. Hier ist es dringender als irgendwo geboten, nur reine und gutbeobachtete Thatsachen sprechen zu lassen.

Remak kam zuerst im Verlauf seiner Versuche zu der Ueberzeugung [1]), dass constante („labile") Ströme die Erregbarkeit der motorischen und sensiblen Nerven gegen denselben continuirlichen Strom sowohl als gegen den inducirten steigern, zugleich aber auch die mechanische Leistungsfähigkeit des Muskels erhöhen, während inducirte Ströme die Erregbarkeit zwar ebenfalls etwas steigern, die Leistungsfähigkeit der Muskeln aber herabsetzen.

Diese Versuche stellte Remak vorzugsweise an kranken, aber auch an gesunden Muskeln und Nerven an. Leider sind seine Angaben über die Ergebnisse derselben ungenau und durch die absonderliche Art der Darstellung verworren. Ich hebe daraus nur hervor, was für die vorliegende Frage von Wichtigkeit ist, dass nach Remak [2]) „die Erregbarkeit der Muskeln und Nerven für inducirte Ströme, soweit sich darüber urtheilen lässt, in der Regel sich gleich verhält, dass es aber auch Fälle giebt in gesunden und freilich deutlicher in gelähmten Gliedern, wo die Erregbarkeit für die eine oder die andere Stromesart in unzweideutiger Weise vorwiegt."

1) l. c. pg. 97 sqq., pg. 134 sqq.
2) l. c. pg. 93.

Fick [1]) kam, an sich selbst und zwar an seinem gesunden N. ulnaris experimentirend, im Betreff der erfrischenden, die Erregbarkeit steigernden Wirkung constanter Strömc zu einem durchaus negativen Resultate.

Dagegen hat sich im Laufe der letzten Jahre eine kleine Zahl von Beobachtungen angesammelt, welche, sämmtlich Facialparalysen betreffend, eine überraschende Differenz zwischen dem constanten und dem inducirten Strome in ihrer Wirkung auf die gelähmten Muskeln und Nerven darthun. Diese Beobachtungen lehren, dass bei Faciallähmung Muskelcontractionen durch den continuirlichen Strom erzeugt werden, während der localisirte Inductionsstrom, in jeder Stromstärke applicirt, nicht den geringsten Einfluss auf die gelähmten Muskeln und ihre Nerven ausübt; dass diese durch einen starken continuirlichen Strom in den gelähmten Muskeln bewirkten Contractionen die durch denselben Strom auf der gesunden Seite erzeugten an Zuckungsgrösse übertreffen, und dass ein continuirlicher Strom von wenigen Elementen, der auf der gesunden Seite keine Spur von Zuckung setzt, auf der gelähmten Seite noch ziemlich energische Contractionen zu Tage treten lässt.

Derartige Einzelbeobachtungen wurden zuerst von Baierlacher [2]) und demnächst von Schulz [3]) veröffentlicht. Die Fälle des letzteren ergeben ausser den angeführten Thatsachen das interessante Resultat, dass im Verlauf der Behandlung eine Abnahme der Erregbarkeit der Muskeln gegen den constanten Strom eintrat, sodass die Zahl der Elemente, um überhaupt noch Zuckungen zu erzielen, allmälig vermehrt werden musste. Mit dieser Abnahme des galvanischen Reizeffectes ging eine Zunahme der Erregbarkeit gegen den inducirten Strom und der willkührlichen Motilität Hand in Hand.

1) Medicinische Physik pg. 561.

2) Aerztliches Intelligenzblatt für Bayern 1859. Nr. 4.

3) Wiener med. Wochenschrift 1860. Nr. 27.

Meyer [1]) konnte die oben zusammengefassten Erscheinungen ebenfalls in einem Falle beobachten.

Ich selbst bin augenblicklich mit einer einschläglichen Beobachtung beschäftigt, welche ich, obgleich sie noch nicht ganz abgeschlossen ist, bei der Wichtigkeit des Gegenstandes an dieser Stelle mitzutheilen für geboten halte.

Marcus Windisch, 18 J. alt, Schreinergeselle, machte vom 3.—6. November 1863 bei nasskaltem windigem Wetter den Weg von Regensburg nach Erlangen zu Fuss. Bei seiner Ankunft in Erlangen hatte er Schlingbeschwerden und lebhafte reissende Schmerzen in der linken Gesichtshälfte; auch bemerkte er sogleich eine Verziehung des Gesichts nach rechts und sah sich am Abend des 6. Nov. beim Zubettegehen ausser Stande, das Licht auszublasen. Die Schmerzen im Gesicht verloren sich in den nächsten Tagen, die Schiefstellung des Gesichts aber blieb trotz einer energischen Schwitzcur unverändert.

Am 27. November — also grade 3 Wochen seit dem Eintritt der Lähmung — stellte sich Pat., ein kräftiger bis dahin stets gesunder Mensch, in der Klinik vor. Es ergab sich bei der Untersuchung eine complete Lähmung des N. facialis sinister und zwar aller ausserhalb des Foram. stylomast. abgehender Zweige. Die Sensibilität soll nach Angabe des Pat. intact sein, jedoch wird der inducirte Strom sowohl als der constante auf der gelähmten Seite schmerzhafter empfunden als rechts.

Der inducirte Strom, auf alle Muskeln und Facialiszweige der gelähmten Gesichtshälfte localisirt, ergiebt selbst bei starken Strömen keine Spur von Contraction — nur in dem M. corrugator supercilii lässt sich bei Reizung des entsprechenden Facialiszweiges durch starke Ströme eine äusserst geringfügige Verkürzung hervorrufen. Auch die Ohrmuskeln verhalten sich durchaus stumm.

Der constante Strom, auf die einzelnen Muskeln und deren Facialiszweige (mit möglichster Vermeidung von Stromesschwankungen durch Verschiebung der Electroden) localisirt, ergiebt an allen ziemlich gleichmässige, kräftige Schliessungszuckungen, denen nach inzwischen erfolgter Erschlaffung sehr schwache Oeffnungszuckungen folgen. (Die Reizung ist dem Pat. sehr schmerzhaft).

Im Verlaufe der nun folgenden 12 Sitzungen stellten sich noch nachstehende Ergebnisse heraus.

1) Die Zuckungen auf der gesunden Seite erreichen die der gelähmten Muskeln nicht an Grösse. Bedeutende Abschwächung des Stromes durch das Wasserrohr lässt ferner an der gesunden Seite keine Zuckungen mehr entstehen,

---

1) Die Electricität in ihrer Anwendung auf prakt. Medicin. Berl. 1861. pag. 323.

während derselbe schwache Strom auf der gelähmten Seite zwar schwache aber noch deutlich sichtbare Zuckungen hervorruft. Bei allmäliger Steigerung der Stromstärke mittelst des Wasserrohrs tritt ein Moment ein, wo die Muskeln der gesunden Seite wieder — wenn auch äusserst schwach — mit Zuckung reagiren. Derselbe Strom auf die gelähmte Seite applicirt ruft hier schon ziemlich energische Einzel-Contractionen hervor. (Ich bemerke, dass ich mit einer feinen, mit feuchtem Schwamm armirten Electrode den Strom auf die einzelnen Nerven oder Muskeln localisirte, während der andere Pol vom Assistenten im Nacken fixirt wurde.) Dieser Befund blieb derselbe, ich mochte nun eine oder beide Electroden auf der betreffenden Gesichtshälfte in Anwendung ziehen.

Schon bei der ersten Sitzung klagte Pat. spontan über Lichterscheinungen in den Augen und saure Geschmacksempfindung auf der Zunge. Die Geschmacksempfindung persistirt mehrere Stunden nach jeder Sitzung.

2) Die Application des constanten Stromes auf einen gelähmten Muskel oder dessen Facialiszweig ist nicht im Stande, in demselben die Erregbarkeit gegen den inducirten Strom herzustellen. Mochte der constante Strom einmal oder mehrmals, schwach oder stark auf den Muskel oder Nerven eingewirkt haben: — die nachfolgende Prüfung mittelst des inducirten Stromes (in allen Stärkegraden) ergab constant dasselbe Resultat, wie vorher: völligen Mangel der faradischen Contractilität. Auch der Wille erlangt durch die Einwirkung des constanten Stromes nicht die geringste Herrschaft über den gelähmten Muskel.

3) Versuche mit ganz langsamen Unterbrechungen des Inductionsstromes, so zwar, dass Schliessung und Oeffnung je eine Secunde in Anspruch nimmt, ergeben: Auf der gesunden Seite erfolgt eine starke Schliessungs- und eine schwache Oeffnungszuckung an dem einzelnen gereizten Muskel, auf der gelähmten Seite dagegen keine Zuckung, weder beim Schliessen noch beim Oeffnen.

4) Vom 11. Januar 1864 an (also in der 10. Woche seit dem Beginn der Affection) lässt sich eine entschiedene Besserung in der Stellung der gelähmten Gesichtshälfte bemerken, zugleich aber auch eine entschiedene Abnahme der Erregbarkeit der Muskeln gegen den galvanischen Strom. Dabei ist aber durch den inducirten Strom keine Spur einer Zuckung zu erzielen, auch in der 11. Woche nicht, wo sich die galvanische Erregbarkeit der Muskeln noch mehr herabgesetzt zeigt.

Selbstredend wage ich nicht, aus einer unvollendeten Beobachtung sichere Schlüsse zu ziehen; vorläufig liefert dieser Fall indessen eine klare und durchsichtige Bestätigung der Resultate, welche die Beobachtungen von Baierlacher, Schulz und Meyer ergeben.

Es knüpfen sich an diese Thatsachen eine Reihe wichtiger Fragen, deren Lösung der nächsten Zukunft vorbehalten bleibt. Es ist zunächst festzustellen, bei welchen paralytischen Zuständen der constante, bei welchen der inducirte Strom die Erregbarkeit des gelähmten Muskels und seines Nerven gegen denselben Strom steigert, von welcher Dauer die künstliche Hebung der Erregbarkeit sei, in welchem Verhältnisse die willkührliche Contractilität zu der künstlichen stehe, ob der erregende Effect des constanten Stromes nicht auch durch ganz langsame Unterbrechungen eines inducirten Stromes zu erzielen sei, welchen Effect die Reizung mit einem Pol der constanten Kette habe und ob der negative Pol in Hinsicht der erregenden Kraft den positiven überrage, endlich, ob die Richtung des Stromes irgend einen Einfluss auf das Zustandekommen dieses oder jenes Effectes äussere.

Alle diese Fragen, welche zum Theil schon in Angriff genommen sind, können nur durch sorgfältiges Beobachten und Experimentiren an Paralytischen zum Austrag gebracht werden. Je vollständiger und ausführlicher diese Beobachtungen veröffentlicht werden, je genauer jeder einzelne Punkt in den Krankheitsgeschichten berücksichtigt wird, um so eher ist ein zuverlässiges Resultat in dieser Angelegenheit zu erwarten.

Ausser dem bisher besprochenen Effecte des constanten oder continuirlichen galvanischen Stromes auf Muskeln und Nerven kommen vom praktischen Gesichtspunkte aus noch folgende Momente in Betracht.

Die Centralorgane des Nervensystems sind dem galvanischen Strome, wenn in mässiger Stärke angewandt, nicht zugänglich — ausser durch Reizung der peripherischen Endigungen sensibler oder Sinnes-Nerven. In jeder Beziehung gelten die Gesetze des Leitungswiderstandes im menschlichen Körper für den constanten Strom ebenso wie für den inducirten und es findet kein anderer Unterschied Statt, als der, dass der constante Strom die sensiblen und Sinnes-Nerven viel energischer afficirt als der inducirte, und dadurch viel eher zu Störungen der Gehirnthätigkeit, als Schwindel, Ohnmacht, Hallucinationen, Uebelkeit führt.

Von einem directen Nutzeffecte des constanten Stromes bei Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks, von einer „methodischen Behandlung des grossen Gehirns“ oder einer directen „kata-

lytischen Einwirkung auf das Rückenmark“ (Remak) kann meines Erachtens nicht die Rede sein, wenn man nicht den sichern Boden der Thatsachen verlassen und sich in gewagten Hypothesen ergehen will.

Von den Sinnesorganen zeigt die Retina eine ausserordentliche Erregbarkeit gegen den constanten Strom, welche mit dem Effect des inducirten Stromes gar nicht in Vergleich gebracht werden kann. Schon auf die Application ganz schwacher constanter Ströme in der Nähe des Auges tritt eine lebhafte Lichterscheinung beim Schliessen und Oeffnen der Kette ein; bei starkem Strome steigert sich dieselbe bis zum flammenden Blitze.

Interessant ist die Verschiedenheit der Retina-Reaction bei den einzelnen Individuen. Während ich bei mir selbst bei einem schwachen constanten Strom durch die Application der Electrode am Unterkiefer oder im Nacken eine ziemlich lebhafte Lichterscheinung hervorrufen konnte, nahm einer meiner Assistenzärzte eine solche bei der gleichen Stromstärke nicht eher wahr, als bis die Electroden in der Nähe des Auges applicirt wurden. Von anderen Autoren wird Gleiches berichtet. Ob diese Differenz nicht zum Theil auf einer Verschiedenheit des Leitungswiderstandes, der Dicke der Epidermis etc. beruhe, muss vor der Hand dahingestellt bleiben.

Gewiss fordert aber die grosse Reizbarkeit der Retina zu Vorsicht bei der Anwendung des constanten Stromes im Gesicht auf, und es empfiehlt sich vornehmlich aus diesem Grunde die Benutzung des in die Kette eingeschalteten Moderators oder Wasserrohr's, über welches weiter unten genauere Mittheilungen folgen werden. Bei Personen, deren Empfindlichkeit man nicht kennt, thut man gut, besonders wenn es sich um Galvanisirung des Gesichtes handelt, den Strom Anfangs durch Ausziehen des Kupferstabes im Wasserrohr aufs Aeusserste zu schwächen und denselben erst nach der Application der Electroden allmälig durch Einschieben des Kupferstabes zu verstärken.

Die Geschmacks- und Geruchsnerven werden ebenfalls durch den constanten Strom stärker erregt, als durch den inducirten. Nicht blos bei der Berührung der Zungen- oder Nasenschleimhaut mit den Polen eines einfachen Elementes wird

ein saurer Geschmack oder eine saure Geruchsempfindung wahrgenommen, sondern auch durch Ansetzen der Polc im Gesicht, im Nacken, wie Remak, Meyer und ich rücksichtlich dcs Geschmackes beobachteten.

Das Gehörorgan scheint gegen den constanten Strom verhältnissmässig weniger erregbar zu sein, als dic genannten Sinnesorgane. Die Einführung eines Pol's in den mit Wasser gefüllten Gehörgang erzeugt ein starkes Brauscn, welches sich wahrnehmen lässt, solange die Kette geschlossen ist.

Die Hautnerven werden durch den constanten Strom stärker erregt als durch den inducirten, selbst bei starker Anfeuchtung der Schwämme und energischem Aufdrücken der Electroden, und zwar nicht blos beim Oeffnen und Schliessen der Kette, sondern auch während der Dauer des Kettenschlusses. Die Empfindung ist eine äusserst unangenehme und schon bei mittlerer Stromstärke für manche Personen uncrträglich. Dies erschwert die Anwendung des constantcn Stromes zu therapeutischen Zwecken ausserordentlich. Eine Stromstärke, welche kaum eine Spur von Zuckung auslöst, ist manchen Patienten schon höchst unangenehm und eine solche, welche kräftige Contractionen der Muskeln hervorruft, den Meisten unerträglich.

Neben den sensiblen Hautnerven werden auch die in der Haut gelegenen glatten Muskeln von dem constanten Strome ebenso wie von dem inducirten erregt. Es treten nicht blos die Haarbalg- und Talgdrüsenmündungen durch Contraction der Hautmuskeln hervor und stellen das Bild der sog. Gänsehaut dar, sondern es findet auch die beim inducirten Strome bereits besprochene Contraction der Gefässmuskeln Statt, vermöge dcren das Lumen der kleinen und kleinsten Arterien und Venen verengert wird. Nach einer gewissen Dauer der Verengerung tritt eine Relaxation der tetanisirten Gefässmuskeln ein, welche eine Erweiterung der Gefässe über die Norm zur Folge hat. Diese secundäre Gefässerweitcrung und Hyperämie stellt sich dem Auge dar als Erythem, zu dem zuweilen durch Filtration seröser Flüssigkeit in das Cutisgewebc Knötchen- und Quaddelbildung sich gesellt.

Ausser diesen physiologischen Wirkungen ist der thermische Effect des constanten Stromcs, wenn derselbe in grosser Stärke zur Anwendung kommt, höchst lästig und sorgfältig

zu vermeiden. Bei kurz dauernden — nur Secunden langen — Reizungen, welche schon durch die grosse Schmerzhaftigkeit des Verfahrens bei starken Strömen geboten sind, hat man keine Aetzwirkung zu besorgen. Sobald man aber die Electroden — selbst wenn der Strom nur schwach — längere Zeit auf der Haut fixirt hält, ist Entstehung von Brandblasen oder Verschorfung der Cutis zu befürchten.

Remak beobachtete Brandblasen nie „wahrscheinlich, wie er selbst meint, weil er niemals Ströme von solcher Stärke (?) oder Dauer anwendet," dagegen einige Male schwache Sugillationen und nicht selten Abschilferungen der Oberhaut an den Stellen, an welchen bei wiederholter Anwendung des Stromes vergängliche Ausschläge entstanden waren.

Von den Apparaten und ihrer Anwendung.

I. Die Inductions-Apparate.

Zu physiologischen, wie therapeutischen Zwecken eignen sich die volta-electrischen Inductions-Apparate weit mehr als die magnet-electrischen, obwohl beide in ihrer Wirkung auf den Organismus nicht erheblich unter sich zu differiren scheinen. Zunächst ist der Rotationsapparat theurer als der volta-faradische Apparat, und bedarf viel häufigerer Reparaturen, als dieser. Er erfordert ferner bei seiner Anwendung stets einen geübten Assistenten, ja es sind, wenn die Versuche stundenlang währen, sogar mehrere Gehülfen nöthig, welche sich abwechseln müssen, da der einzelne durch das angestrengte Drehen sehr bald ermüdet wird. Die Unterbrechung des Stromes kann sowohl wegen der Construction des Apparates, als auch wegen des ungleichen Kraftaufwandes Seitens des Gehülfen nie eine so gleichmässige und rapide sein, wie bei dem Du Bois'schen Apparate, an dem der Strom selbst die Unterbrechung mit einer immensen Schnelligkeit und mit unveränderlicher Gleichmässigkeit ausführt. Dieser Umstand sowohl, als auch jener, dass die Stromstärke am Rotationsapparate nicht mit solcher Genauigkeit moderirt und berechnet werden kann, als an dem volta-faradischen, macht die Application des magnet-electrischen Stromes an empfindlichen Partien, z. B. am Gesichte oder am Halse, bei sensibeln Personen aber überhaupt am ganzen Körper fast unerträglich schmerzhaft.

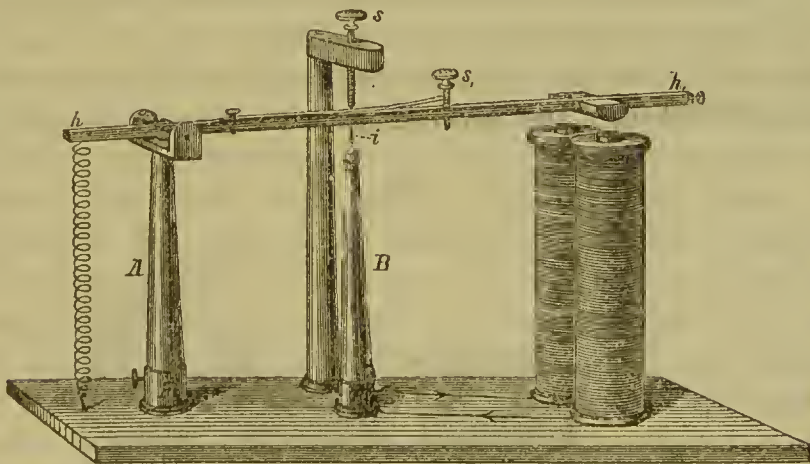
Es ist deshalb der magnet-electrische Inductionsapparat aus den Instrumentarien der Kliniken — bei den Aerzten hatte derselbe überhaupt wenig Eingang gefunden — allmälig verschwunden, und der volta-magneto-electrische Inductionsapparat ist an seine Stelle getreten.

Es soll die Aufgabe der nachstehenden Zeilen sein, die praktisch-brauchbarsten und deshalb verbreitetsten Inductionsapparate zu beschreiben und ihre Anwendung zu erläutern.

Die Grundlage aller jetzt gebräuchlichen complicirteren Apparate bildet der Schlittenmagnetelectromotor von Du Bois-Reymond, auch kurzweg Schlittenapparat genannt. Derselbe besteht aus einer kleinen und einer grossen hohlen Rolle von übersponnenem und mit Firniss überzogenem Kupferdraht. Der Hohlraum der kleinen Rolle birgt einen Bündel weicher Drahtstäbe, welche durch einen Firnissüberzug gegeneinander isolirt sind. Der Hohlraum der grösseren Rolle dient zur Aufnahme der kleineren Rolle, über welche die erstere, auf Schienen beweglich, hinweggeschoben wird.

Die Unterbrechung des Stromes wird durch den Wagner'schen selbstthätigen electro-magnetischen Hammer bewirkt, welcher von Halske modificirt wurde. Derselbe ist in der nebenstehenden Abbildung (vergl. Fig. 1) von dem Inductionsapparate getrennt dargestellt.

Fig. 1.



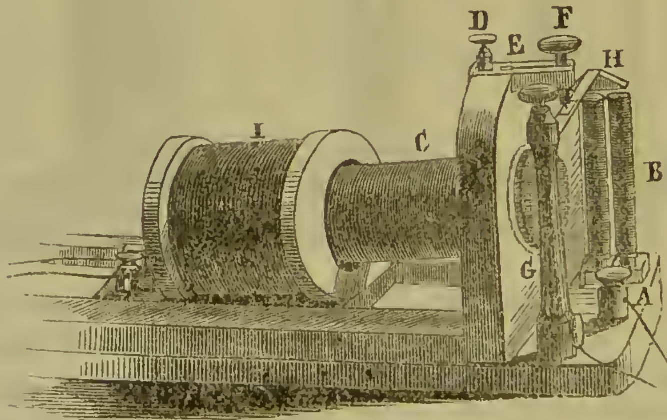
Die Poldrähte des Element's sind am Fusse der Säulen A und B, nämlich bei P (positiver Pol) und Z (Zinkpol oder negativer Pol) in die Klemmschrauben eingelegt gedacht. Der Strom läuft in der Säule A aufwärts, tritt in den Hebel $h h_1$, dessen kürzeres Ende durch eine Spiralfeder bei h niedergezogen, dessen längeres Ende mithin nach oben gegen die Schraube s gedrückt wird. Von s tritt der Strom durch die Säule ab-

wärts durch den auf dem Fussbrett verlaufenden Draht in die Drahtwindungen, welche den Electromagneten umkreisen, und nachdem er diese durchlaufen, durch die Säule B zur Kette zurück. Der Anker von weichem Eisen, welcher sich an dem Hebel $h h_1$ befindet, wird beim Kreisen des Stromes von dem Electromagneten angezogen, dadurch entsteht aber eine Unterbrechung des Stromes, indem der Hebel von der Schraube s entfernt wird. Der Electromagnet, durch die Unterbrechung des Stromes seines Magnetismus beraubt, lässt den Anker fahren und stellt dadurch die Verbindung des Hebels mit der Schraube s wieder her. Der von Neuem kreisende Strom giebt dem Electromagneten seinen Magnetismus wieder, so dass derselbe den Anker wieder anziehen und den Strom wiederum unterbrechen muss. Dieser Wechsel von Unterbrechen und Schliessen des Stromes dauert an, so lange das zwischen A und B eingeschaltete Element Ströme liefert.

Wagner's electromagnetischer Hammer ist von Neef mit dem Inductionsapparate in Verbindung gesetzt und von Du Bois-Reymond ebenfalls bei seinem Schlittenapparate verwendet.

Der Du Bois-Reymond'sche Schlittenapparat empfiehlt sich zu ärztlichen Zwecken ganz besonders, und zwar sowohl wegen seiner Zweckmässigkeit und Einfachheit, als auch wegen seiner Billigkeit. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 2) stellt

Fig. 2.



den Apparat in der einfachsten Form dar. Derselbe wird durch ein Daniell'sches, Grove'sches oder Bunsen'sches Element in Thätigkeit gesetzt und liefert Ströme erster und zweiter Ordnung.

Die Entstehung und Fortleitung der Ströme wird sofort einleuchten, wenn wir mit Bezugnahme auf die nebenstehende Abbildung den Kreislauf des (positiven) Stromes verfolgen.

Der negative Pol ist in die Klemmschraube A eingelegt. Der positive Strom verläuft nach dem Schlusse der Kette in der messingenen Säule C aufwärts und in der Feder des Unterbrechungshämmerchens H bis zu dem in der Mitte desselben liegenden Platinblöckchen. Von hier aus tritt er in die Platinspitze der Schraube F, dann durch das Messingstück E nach der Klemmschraube D und von hier in den Draht der inneren Rolle C. Nachdem er diese durchlaufen, tritt er vermittelst der im Fussbrett verborgenen Drahtleitung an den kleinen Hufeisenmagneten B, welcher aus zwei Säulen und einem dieselben verbindenden Fussklötzchen (Alles aus weichem Eisen bestehend) zusammengesetzt ist. In dem diese Säulen umspinnenden Drahte umkreist nun der positive Strom zuerst die eine, dann die andere Säule und nimmt alsdann in dem Leitungsdrahte seinen Weg nach der Klemmschraube A, um sich hier mit dem negativen Pole zu vereinigen.

So lange der Strom in dem Drahte, welcher das Hufeisen umspinnt, kreist, ist dieses ein Magnet und zieht den Anker des Hämmerchens H an. Dadurch wird aber die Verbindung der Platinspitze an der Schraube F mit dem Platinblöckchen auf dem Hammerstiel aufgehoben, also der Strom unterbrochen. In demselben Augenblicke erlischt aber auch der Magnetismus in dem Hufeisen, das Hämmerchen schnellt vermöge der Federkraft seines Stieles aufwärts, und damit ist die Verbindung desselben mit der Platinspitze der Schraube F wieder hergestellt. Der von Neuem kreisende Strom macht das Hufeisen wieder magnetisch. Dieses zieht den Hammer wieder an, lässt ihn vermöge der Stromunterbrechung wieder fahren — und so findet fortwährend eine rapide Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes Statt.

Der Eisenkern befindet sich im Centrum der inneren Spirale, in welche er von rechts her eingeschoben wird, und besteht in einem Bündel gefirnisster Drahtstäbe, welche durch den in der innern Drahtrolle kreisenden Strom zu Magneten werden.

Will man sich des secundären Inductionsstromes bedienen, so wird die äussere Rolle I, welche nach Art eines Schlit-

tens auf messingnen Schienen läuft, über die innere Rolle hinweggeschoben, mit der sie übrigens in keiner directen Verbindung steht. Je weiter man die Rolle I über C vorschiebt, um so intensiver wird der Inductionsstrom in der Drahtspirale der Rolle I, welcher bei jeder Stromunterbrechung Seitens des Hämmerchens durch den verschwindenden primären und den verschwindenden Magnetismus des Eisenkerns inducirt wird.

Der Inductionsstrom wird entweder durch die Klemmschrauben, welche sich an der Rolle I befinden und die Leitungsschnüre aufnehmen, aus dem Apparate entzogen, oder wird, wenn sich der Apparat in einem Kasten befindet, durch die Metallschienen bis an die Wand desselben geleitet und den an der äusseren Fläche derselben befindlichen Klemmschrauben entnommen.

Der Extracurrent wird aus dem Apparate mittelst besonderer Klemmschrauben entzogen, welche auf der umstehenden Abbildung (Fig. 2) nicht angegeben sind.

Diese einfachsten Schlittenapparate haben nun eine Menge von Veränderungen erfahren, welche theils die Grösse der Rollen, die Zahl der Drahtwindungen etc., theils die Adaptirung derselben für den ärztlichen Gebrauch betreffen. Dadurch sind die Apparate viel kräftiger und zweckmässiger, aber auch viel theurer geworden[1]).

Die Herren Siemens und Halske in Berlin liefern ausser den beschriebenen Apparaten dieselben in einem eleganten verschliessbaren Mahagonikasten, an dessen äusserer Wand sowohl für den primären als für den secundären Strom Klemmschrauben angebracht sind.

Für die Abschwächung des primären Stromes wird sehr zweckmässig ein Moderator oder Wasserrohr an der äussern Wand des Kastens angebracht. Dasselbe besteht aus einem mit destillirtem Wasser gefüllten circa $1/2'$ langen starken Glasrohr, welches an beiden Enden durch Metallplatten geschlossen ist. Die obere der Platten wird von einem starken graden, oben mit

---

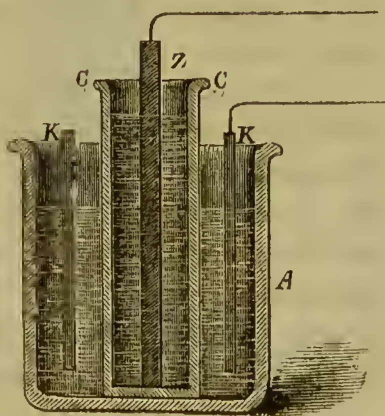
1) Der Preis dieses einfachen Schlittenmagnetelectromotors findet sich, ebenso wie der der später zu beschreibenden Apparate am Schlusse verzeichnet.

einem Elfenbeinknopf versehenen Kupferstab durchbohrt, welcher verschiebbar ist und durch die Wassersäule hindurch bis zur Berührung der entgegengesetzten Platte vorgeschoben werden kann. Die letztere ist mit einer kleinen Vertiefung zur Aufnahme der Spitze des Kupferstabes versehen. Indem man nun den Strom durch das Wasserrohr leitet, kann man denselben durch Herausziehen des Kupferstabes zwingen, durch eine mehr weniger lange Wassersäule zu gehen und kann denselben dadurch nach Belieben bis auf ein Minimum abschwächen.

Als electromotorisches Element benutzt man für den Du Bois-Reymond'schen Apparat die constanten Ketten von Daniell, Grove und Bunsen.

Die Daniell'sche Kette empfiehlt sich durch ihre Billigkeit und durch den Mangel von Säuredämpfen. Die stromerregenden Metalle sind Kupfer und Zink. Ersteres, ein breites cylindrisch gebogenes Kupferblech K (vergl. den idealen Durchschnitt in Fig. 3) befindet sich in dem Glase A zu äusserst in einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. Das Zink steht als ein hohler Cylinder Z in einem unten geschlossenen Thoncylinder C und ist von verdünnter Schwefelsäure oder einer concentrirten Lösung von Kochsalz umgeben. Es stehen somit zur Vermeidung von Polarisationsströmen die Metalle in verschiedenen Flüssigkeiten, welche durch eine poröse Thonzelle geschieden sind, ohne dass durch dieselbe das Strömen der Electricität von Zink zum Kupfer gehindert würde. Der am Zink freiwerdende Sauerstoff oxydirt das Metall. Die Schwefelsäure bildet mit dem Oxyd schwefelsaures Zinkoxyd, welches in der Flüssigkeit aufgelöst wird. Am Kupfer wird durch Entwicklung von Wasserstoff das Kupferoxyd zu metallischem Kupfer reducirt, welches sich auf dem Kupferblech niederschlägt, während der Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff des Kupferoxyds zu Wasser verbindet.

Fig. 3.



Während somit die Kupferplatte beim Gebrauche sich immer wieder mit reinem Kupfer beschlägt und allmälig verdickt, wird der Zinkkolben oxydirt und dadurch die Constanz des Stromes beeinträchtigt. Es erwächst uns also die Aufgabe, der Oxydation des Zinks entgegenzuwirken. Dies geschicht am besten durch das sog. Verquicken oder Amalgamiren des Zinks. Das Verfahren ist folgendes: Man stellt den Zinkkolben bis zum oberen Rande in verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure und zwar solange bis das reine weisse Metall zu Tage tritt. Alsdann nimmt man den Kolben heraus und übergiesst ihn innen und aussen mit etwas regulinischem Quecksilber. Obgleich dasselbe rasch einen Ueberzug von Zinkamalgam auf der Oberfläche bildet, so ist derselbe doch nicht vollständig und es ist nöthig, das Quecksilber mittelst eines um einen Stab gewundenen und mit Watte unterpolsterten Leinwandlappens über die ganze Oberfläche zu verreiben. Ist die Oberfläche nicht ganz glänzend, so kann man die Procedur noch einmal wiederholen. Ist die Verquickung genügend, so spült man den Cylinder oder Kolben in Wasser ab und legt ihn alsdann auf Fliesspapier, damit er trockne. Nach einigen Stunden kann er in Gebrauch gezogen werden.

Andere, z. B. Rosenthal[1]) empfehlen eine Lösung von Quecksilber in Salpetersalzsäure, welche auf das Zink nach der Reinigung der Oberfläche durch verdünnte Schwefelsäure mittelst eines Pinsels aufgetragen wird. Die Vorschrift für die Bereitung der Lösung ist nach Rosenthal folgende: 4 Theile Quecksilber werden in 5 Theilen Salpetersäure und 15 Theilen Salzsäure unter gelindem Erwärmen aufgelöst und alsdann noch 20 Theile Salzsäure zugesetzt.

Was die Flüssigkeiten anbetrifft, in welche die Metalle gestellt werden, so ist die Schwefelsäure mit Wasser im Verhältniss von 1 Raumtheil roher oder englischer Schwefelsäure zu 6—10 Raumtheilen Wassers zu verdünnen.

Die Kupfervitriollösung ist durch Einlegen von grösseren Stücken käuflichen Kupfervitriols in das Glas, oder nach Rosenthal noch besser durch Einhängen eines mit pulverisirten Kupfervitriol gefüllten Florbeutelchens in die Lösung gleichmässig concentrirt zu erhalten.

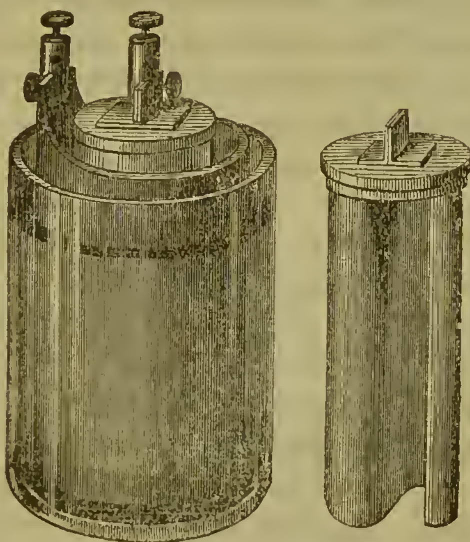
---

1) Electricitätslehre für Mediciner. Berlin 1862. pag. 50.

Will man die Elemente in gutem Zustande erhalten und lange gebrauchen, so muss man sie nach jedesmaligem Gebrauche auseinandernehmen, die Säuren in ihre Gläser füllen, die Metalle abspülen, die Thoncylinder in Wasser legen, in dem sie (bei öfterem Wechsel des Wassers) aufbewahrt werden. Diese Reinigung der Elemente nach jedem Gebrauche, der Zeitverlust, ferner die unvermeidliche Verunreinigung durch die Flüssigkeiten erschwert dem Arzte den Gebrauch dieser Ketten.

Dieselben und noch andere Uebelstände bieten die nachstehenden Grove'schen Ketten.

Fig. 4. Fig. 5.



Die Grove'sche Kette (vergl. Fig. 4 u. Fig. 5) führt Zink und Platin als Erreger. Das Zink steht aussen im Glase in verdünnter Schwefelsäure, das Platin, zur Vergrösserung der Oberfläche Sförmig gebogen (vergl. Fig. 5), ist an einem Porcellandeckel befestigt, welcher die Thonzelle gut abschliesst. Auf diese Weise kommen die Dämpfe der in der Thonzelle befindlichen und das Platin umgebenden rauchenden Salpetersäure nicht so sehr zur Geltung, als bei offenem Thoncylinder.

Der electrochemische Vorgang ist am Zink derselbe wie bei dem Daniell'schen Element. Am Platin dagegen reducirt der ausgeschiedene Wasserstoff die Salpetersäure zu salpetriger Säure, indem er sich mit dem Sauerstoff zu Wasser verbindet.

Die Grove'schen Elemente besitzen die doppelte electromotorische Kraft der Daniell'schen von gleicher Grösse. Es genügt deshalb, um einen Schlittenapparat in Thätigkeit zu setzen, ein Grove'sches Element von circa 3″ Höhe und 2″ Durchmesser.

Der hohe Preis des Platin — ein Grove'sches Element von den ebengenannten Dimensionen kostet bei Siemens und Halske 9 Thaler — sowie die widerlichen Dämpfe der Salpetersäure, die Einwirkung derselben auf die Metalltheile des Apparates, die Unannehmlichkeiten des Füllens und Reinigens bei jedesmaligem Gebrauche: — alle diese Momente lassen die Grove'schen Elemente für den ärztlichen Gebrauch unpraktisch und den Daniell'schen nachstehend erscheinen; auf der andern Seite eignen sie sich jedoch wegen ihres geringen Umfanges zur Einfügung in transportable Inductionsapparate, und sind da, wo es sich um Erzielung thermischer Effecte handelt — also bei der Galvanokaustik — vor der Hand noch unentbehrlich.

Siemens und Halske liefern Inductionsapparate für ärztliche Zwecke, mit einem Grove'schen Element von der obigen Grösse in Mahagoni-Kasten, der in der einen Hälfte den Inductionsapparat, in der andern das Element, 2 Flaschen mit den Säuren und 1 Glastrichter, und darunter noch eine Schieblade mit den nöthigen Nebenapparaten (Leitungsschnüren, Electroden etc.) trägt, für circa 34—38 Thaler. Die Compendiosität wie die Kraft dieser Apparate lässt Nichts zu wünschen übrig, allein der hohe Preis, das widerwärtige Ein- und Ausfüllen, die Säuredämpfe erschweren den Gebrauch dieser Apparate ungemein, indem sie die Anwendung des electrischen Stromes jedesmal zu einer unverhältnissmässig zeitraubenden und unangenehmen Procedur machen, welche für jeden beschäftigten Arzt sehr lästig, wenn nicht unmöglich ist.

Es stellte sich somit — sollte überhaupt die Anwendung des electrischen Stromes Eingang in die tägliche ärztliche Praxis erlangen — als ein wesentliches Bedürfniss heraus, dass Apparate construirt würden, welche bei möglichster Billigkeit mit constanten Ketten und zugleich mit einer solchen Einrichtung versehen wären, dass die Ket-

ten jeden Moment in Thätigkeit gesetzt werden könnten, ohne dass die Elemente vor dem Gebrauche zu füllen und nach demselben zu reinigen wären.

Diese Aufgabe hat Emil Stöhrer in Dresden durch die Einführung seiner Zinkkohlen-Elemente mit Hebevorrichtung sowohl in die Inductionsapparate als in die Batterie für den constanten Strom auf das Glänzendste gelöst. Mit dieser überaus sinnreichen und doch so einfachen Vorrichtung ist die Anwendung des electrischen Stromes in der praktischen Medicin nach meiner Ueberzeugung um ein Bedeutendes gefördert. Erst jetzt ist dem Arzte die Möglichkeit gegeben, den electrischen Strom mit derselben Leichtigkeit und mit demselben geringen Aufwande von Zeit und Mühe zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken zu verwerthen, mit welcher heutzutage des Stethoscop, der Scheidenspiegel, der Kehlkopfspiegel und andere Instrumente in Anwendung kommen. Selbst bei täglicher Anwendung des Apparates genügt es, die Reinigung der Elemente resp. das Verquicken des Zink's, sowie das Einfüllen frischer Säure alle 6—8 Wochen vorzunehmen.

Nach meinen Erfahrungen in den letzten beiden Jahren, während welcher ich mich ausschliesslich der Stöhrer'schen Apparate mit Hebevorrichtung bedient habe, sind diese Apparate für ärztliche Zwecke die weitaus zweckmässigsten und werden nach meiner festen Ueberzeugung binnen weniger Jahre alle übrigen Apparate verdrängt haben. Bei der grossen Wichtigkeit, welche die Faradisation der Nervi phrenici und ihrer Genossen zur Herstellung einer künstlichen Respiration bei Asphyktischen in der neuesten Zeit erlangt, wäre besonders zu wünschen, dass diese Apparate in keinem Institute zur Rettung von Verunglückten, bei keiner chirurgischen Operation, welche Chloroform nothwendig macht, fehlen.

Stöhrer hat einen kleineren und einen grösseren transportablen Inductionsapparat construirt. Ersterer besitzt nur ein Zinkkohlen-Element, letzterer deren zwei.

Ich gebe zunächst die Beschreibung des kleineren, demnächst die des grösseren, indem ich im Wesentlichen der von Stöhrer gegebenen Beschreibung folge [1]).

---

1) Preis-Verzeichniss der neuen electrischen Heilapparate nebst Be-

Stöhrer's kleiner transportabler Inductions-Apparat (Nr. 1).

A. Die Batterie desselben besteht aus Kohle und Zink, ohne Anwendung einer Thonzelle. Das Innere der Kohle, mit Sand gefüllt, durch einen Glassstöpsel verschlossen, dient zur Aufnahme von Chromsäure, concentrirt in Wasser gelöst; 10 bis 12 Tropfen genügen auf lange Zeit. Bei täglichem und anhaltendem Gebrauch ist diese Portion so oft zu erneuern als die verdünnte Schwefelsäure im Glase.

Das Zink umgiebt die Kohle und wird durch gläserne Isolatoren von der Berührung mit derselben abgehalten. Zink und Kohle sind an der Wand des Apparats durch Klemmschrauben befestigt. Das kupferne Plättchen, welches durch eine Schraube unmittelbar an die Wand der Kohle gepresst wird, muss man an der Berührungsstelle rein erhalten, oder mit Platin überziehen lassen. Letzteres hat sich an meinen Apparaten sehr bewährt. Das Glas dient zur Aufnahme der verdünnten Schwefelsäure; es ist vertical verschiebbar und kann an jeder Stelle befestigt werden. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Säure ganz oder nur zum Theil mit dem Erreger in Berührung zu bringen, oder beim gänzlichen Herablassen des Glases alle Wirkung aufzuheben. Da im letzteren Falle die Säure nur das unterste Dritttheil des Glases einnimmt, so kann der Apparat mit der Füllung ohne alle Gefahr transportirt werden. Bei Anwendung englischer Schwefelsäure wählt man am besten eine Verdünnung im Verhältniss von einem Raumtheile Schwefelsäure zu sechs Theilen Wasser.

Es ist eine wesentliche Bedingung zur Erzeugung eines constanten und starken Stromes, dass man das Zink in gut amalgamirtem Zustande erhält, denn sobald das Zink von der Säure angegriffen wird, sinkt der Strom und man hat durch Gasentwickelung üblen Geruch sowie Beschädigung der Metalltheile des Apparates zu befürchten. Das Verfahren, den be-

---

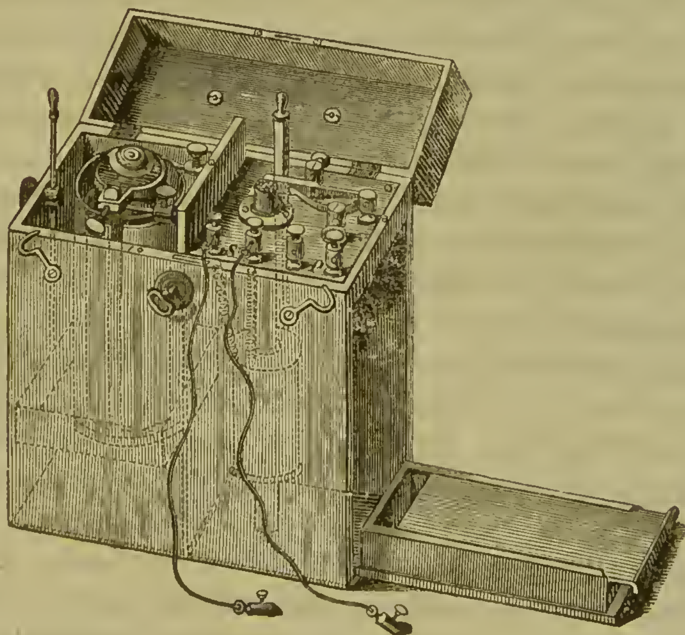
schreibung und Anweisung zum Gebrauch von Dr. Emil Stöhrer. Dresden 1860. Vergl. auch Erdmann l. c. III. Aufl. pg. 55 sqq.

schädigten oder noch gar nicht amalgamirten Cylinder mit Quecksilber zu überziehen, ist bereits oben (pag. 60) genauer mitgetheilt.

Bei Bezug neuer Apparate erhält man das Zink schon amalgamirt, nach längerem Gebrauch ist indessen eine Wiederholung des Amalgamirens nöthig, sobald man das Brausen der Schwefelsäure bemerkt.

B. Die Handhabung dieser Batterien mit Verschiebung des Glases gestattet in Bezug auf die Erzeugung eines beliebig starken Stromes grosse Vortheile. Bei frischer Füllung hebt man das Glas nur sehr wenig und benutzt überhaupt nur eine so grosse Berührungsfläche der Elemente, als man eben bedarf, um den Apparat in Gang zu setzen. Die Folge dieser Sparsamkeit ist, dass man dieselbe Säure sehr lange benutzen kann und dass das Zink sehr wenig angegriffen wird.

Fig. 6.



Ferner kann man durch Verschiebung des Glases unmittelbar auf die Stärke des primären und secundären Stromes einwirken und hat hiermit schon ein Mittel zur Graduirung beider Ströme. Endlich ist die Bequemlichkeit und Reinlichkeit, womit

man, ohne die Säure aus- und einfüllen zu müssen, sofort bei Hebung des Glases den Apparat in Gang setzt, für den Arzt eine der wichtigsten Eigenschaften dieser Batterien. Beim Tragen des Apparates ist es kaum möglich, Säure zu verschütten, da derselbe bis auf einen Winkel von 60 Grad geneigt werden kann, ehe eine Gefahr eintritt. Dasselbe gilt für das Fahren im Wagen.

C. Der Inductions-Apparat. Durch die Klemmschrauben, welche das Zink und die Kohle an der Wand festhalten, wird der Strom der Batterie in's Innere des Kastens durch die primäre Spirale und den Unterbrecher geführt.

Der Letztere besteht aus einem vierkantigen Eisenstück, welches leicht beweglich an einer Feder befestigt, vom Electromagnet angezogen wird und, indem es seinen Ruhepunkt an der mit Platinspitze versehenen Stellschraube verlässt, die Leitung trennt; der Electromagnet, welcher nun seinen Magnetismus verliert, lässt den von der Feder zurückgetriebenen Hammer los. Durch wiederholte Berührung des Hammers mit der Platinspitze tritt der Strom von Neuem ein. Es entsteht hierdurch das bekannte Spiel des Hammers und als dessen Folge die Induction in der secundären Spirale. Beide Spiralen befinden sich im Innern des Kastens, die letztere kann durch Aufziehen eines graduirten Stäbchens vertical verschoben werden.

Eine messingene, mit Druckschraube versehene Feder lehnt sich gegen den Hammer und drückt denselben mit grösserer oder geringerer Kraft, je nachdem man die Druckschraube vor- oder rückwärts schraubt, gegen den Platinstift.

Diese Einrichtung hat den Zweck, sowohl die Stärke der Inductions-Stösse in beliebiger Weise abzuändern, als auch das Tempo der Vibrationen des Hammers langsam oder schnell hervorzubringen. Bei starker Spannung der Messingfeder muss der Hammer durch Vorwärtsschrauben der Platinspitze dem Magnet mehr genähert werden, als bei schwächerer Spannung. Langsame Schläge des Hammers erhält man bei starker Spannung der Messingfeder, mit dem Nachlassen der Spannung schlägt der Hammer schneller, am schnellsten bei gänzlicher Entfernung der Messingfeder. Einige Versuche lehren bald, dass durch den Gebrauch dieser Theile des Apparates die Inductionsströme einen willkührlich abzuändernden Charakter annehmen. An dem Hammer selbst

befindet sich eine mit Platin belegte Messingscheibe, deren Rand mit Löchern versehen ist. Dreht man durch eine eingesteckte Nadel diese Scheibe ein wenig, so kommt eine andere Berührungsstelle unter den Platinstift. Man hat dies vorzunehmen, sobald nach langem Gebrauch das Platinscheibchen sehr oxydirt ist.

Zur Ableitung des Stromes zu dem betreffenden Körpertheile dienen vier Schraubenständer. Die mit P bezeichneten führen zu der inneren Spirale und geben den primären, die mit S bezeichneten sind mit der äusseren Spirale verbunden und geben den secundären Strom. Die Mittel, beide Ströme willkührlich stark oder schwach hervorzubringen, sind folgende:

1) Auf die Stärke beider Ströme wirkt die grössere oder geringere Stärke des Batteriestromes, den man, wie oben erwähnt, durch die Stellung des Glases in der Gewalt hat. Ferner können durch starken Druck des Hammers gegen den Platinstift die Schläge kräftiger hervorgebracht werden.

2) Den primären Strom kann man ferner dadurch dämpfen, dass man die Schraubenständer des secundären Stromes durch den beigegebenen Drahtbügel verbindet und die Spirale mit dem Stäbchen hebt.

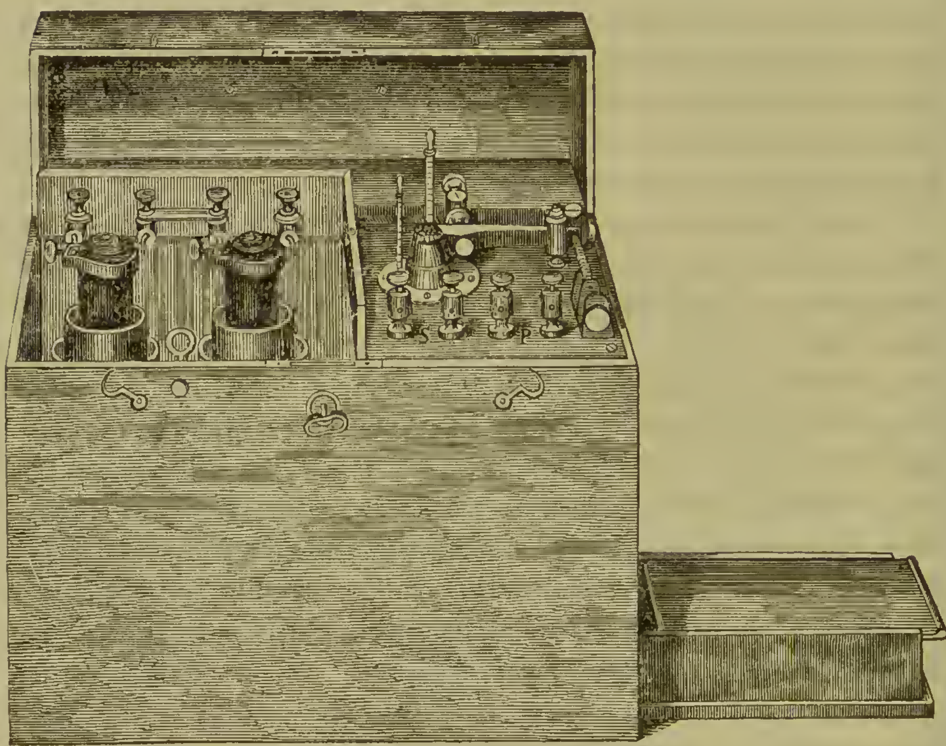
3) Der secundäre Strom wird durch dieselbe Verschiebung sehr vollkommen regulirt: bei der tiefsten Stellung der Spirale ist der Strom am schwächsten, bei der höchsten am stärksten, wobei bemerkt wird, dass die Scala natürlich nur ein relatives Maass angeben kann, weil die Stärke des Stromes, von mehreren Factoren gleichzeitig abhängt. Der Drahtbügel wird bei Anwendung dieses Stromes entfernt und statt dessen sind die Leitungsschnüre einzuschrauben.

Stöhrer's grosser transportabler Inductions-Apparat (Nr. 2).

Die Batterie desselben besteht aus zwei Elementen, welche ganz dieselbe Einrichtung haben wie bei Nr. 1. Man kann mit Hülfe der beigegebenen grösseren Klammern beide Elemente in ein einziges von doppelter Oberfläche verwandeln, wenn man Kohle mit Kohle und Zink mit Zink verbindet. Die kleinere Klammer verbindet die Kohle des einen mit dem Zink

des andern Elementes, wenn man zwei Elemente herstellen will. Endlich kann man nur eins der Elemente benutzen, wenn man durch Einsetzen einer langen Klammer das andere ausschliesst. Die Klammern werden unter die oberen kleinen Druckschrauben der Ständer geschoben, wobei vorausgesetzt wird, dass die unteren grösseren Schrauben, welche die starken Kupferdrähte einklemmen, fest angezogen sind. Der Gang der Leitung erklärt sich dadurch, dass die erste Kohle und das letzte Zink für immer mit den Drähten des Apparates in Verbindung stehen.

Fig. 7.



Der Hammer hat hier eine vollkommenere Einrichtung als bei Nr. 1. Derselbe besteht aus einem Balançier von Eisen, dessen Gegendruck durch eine Spiralfeder regulirt wird. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil eines ruhigen und sicheren Ganges und giebt den Inductionsströmen grössere Gleichmässigkeit. Der Platinstift mit seiner Stellschraube sitzt hier im Hammer selbst, hingegen ist die Platinscheibe drehbar an einer Feder befestigt, deren Wirkung durch eine dahinterstehende Schraube

aufgehoben werden kann. Im letzteren Falle wird der Hammer beim Rückgang auf eine feste Unterlage treffen; gestattet man hingegen durch Zurückstellen der Schraube der Feder einigen Spielraum, so giebt sie beim Rückgang des Hammers nach und verändert dadurch das Spiel desselben. Die Schlagweite des Hammers kann man entweder durch die Schraube mit Platinspitze oder durch Verstellung der hinter der Platinscheibe liegenden Stellschraube willkührlich abändern. Starke Spannung der Spiralfeder verlangt wie bei Nr. 1 kurze Schlagweite des Hammers. Ganz langsames Tempo des Hammers erhält man, wenn man der Platinscheiben-Feder einen geringen Spielraum giebt und die Spiral-Feder anspannt. Das schnellste Tempo wird erzeugt bei feststehender Platinscheibe und schwacher Spannung der Spiral-Feder.

Der primäre und secundäre Strom werden wie bei Nr. 1 an den Ständern P und S abgeleitet.

Die Dämpfung des secundären Stroms geschieht ebenfalls wie bei Nr. 1 durch Herabschieben des graduirten Stäbchens mit der Inductionsspirale (ohne Anwendung des Kupferdrahtbügels). Senken der Inductionsspirale bis auf den Boden des Apparates bringt den secundären Strom zum Verschwinden.

Für die Dämpfung des primären Stroms wird, wie bei Apparat Nr. 1, der Drahtbügel in die Klemmschrauben des secundären Stromes (bei S) eingelegt und die Inductionsspirale so weit wie möglich gehoben. Da aber auf diese Weise der primäre Strom noch nicht so vollkommen abgeschwächt wird, als für sehr empfindliche Partien, z. B. für das Gesicht, nöthig ist, so hat Stöhrer in der neuesten Zeit noch ein kupfernes Rohr im Innern des Inductionsapparates angebracht, welches durch ein kleines ebenfalls graduirtes Stäbchen (auf der Zeichnung links vom Eisenkern befindlich) gehoben sich über die primäre Spirale schiebt und in Verein mit der gehobenen geschlossenen Inductionsspirale den primären Strom fast bis zum Verschwinden abdämpft.

Die Nebenapparate.

Die **Electroden** oder **Stromgeber** müssen kurze, grade und unbiegsame Metallstäbe sein, welche zur Verhütung der Oxyda-

tion, die besonders leicht an der Spitze eintritt, mit einem Lack überzogen oder vergoldet oder mit einem Platinüberzug versehen oder endlich — viel billiger — mit Stäbchen von präparirter Kohle versehen werden. Die Dicke sei höchstens die eines Gänsekiels, die Länge betrage mit Einschluss des hölzernen Handgriffes 6—7 Zoll. Die Spitze lasse man entweder mit einem Knöpfchen versehen oder einfach abrunden. Im letzteren Falle ist der Stab in der Nähe der Spitze mit einer Furche zu versehen, um vermittelst dieser den Faden, welcher das Schwämmchen umstrickt, und damit dieses letztere selbst sicher fixiren zu können.

Zum Localisiren des electrischen Stromes auf bestimmte Nervenzweige bediene ich mich durchgehends stricknadeldünner Electroden (vergl. Fig. 8 b und c), welche die Localisirung des Stromes auf die feinsten Aestchen ermöglichen.

Die von manchen Autoren empfohlenen gebogenen Electroden, welche in eine Schwammzange oder -Klemme enden, sowie die cylinderförmigen Schwammhülsen sind ganz zu verwerfen, da sie keine kräftige und sichere Führung gestatten und das Localisiren des Stromes unmöglich machen.

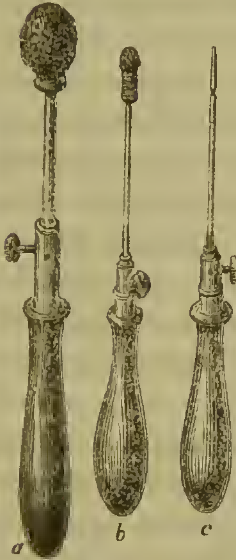
Die Spitzen der Electroden müssen mit einigen Schichten feinsten Badeschwammes armirt sein, welche besonders an den dünnen Electroden mit einem Fadengitter bis an die äusserste Spitze hin umwunden sein müssen. Die Umwickelung der Electrodenspitzen mit feuchtem Leder, welche Duchenne, Remak und Erdmann für subtilere Regionen empfehlen, halte ich für unzweckmässig, weil die Feuchtigkeit von dem Leder schlecht conservirt wird. Durch das Trockenwerden desselben wird nicht nur eine Steigerung des Leitungswiderstandes Seitens des Leders selbst gesetzt, sondern es treten dann auch alle Nachtheile trockener Electroden (grosser Leitungswiderstand der Epidermis, intensiver Hautschmerz etc.) in die Erscheinung.

Es ist rathsam, besonders bei häufigem Gebrauche, die Schwammkappen alle 6—8 Wochen zu erneuern, weil die Schwämme mit der Zeit ihre Weichheit verlieren und einschrumpfen.

Zur Anfeuchtung der Schwämme und der Haut eignet sich für wissenschaftliche Untersuchungen am besten warmes Salz-

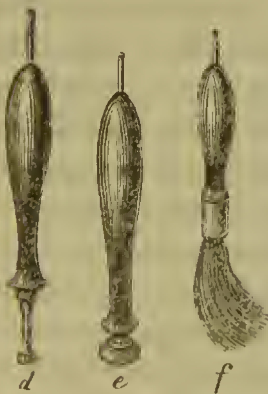
wasser von 30—40° R., welches den grossen Leitungswiderstand der trockenen und kalten Epidermis ungemein herabsetzt und dadurch die Reizung der Hautnerven erheblich vermindert. Für den täglichen praktischen Gebrauch ist indessen einfaches warmes Wasser vorzuziehen, weil das Salzwasser, während des Faradisirens verdunstend, auf den berührten Hautstellen sowie an der Wäsche, deren Benetzung nicht gut zu vermeiden ist, Salzkrusten absetzt. Im Nothfalle genügt bei hinreichender Stromstärke auch kaltes Wasser zum Anfeuchten der Electrodenschwämme.

Fig. 8.



Zur Orientirung für den Leser gebe ich eine Abbildung der von mir gebrauchten Electroden (vgl. Fig. 8), und zwar der feinen zum Localisiren des Stromes unentbehrlichen — b mit Schwammkappe, c ohne dieselbe — sowie der grösseren Stromgeber (a) mit ihren etwa zolldicken Schwammkappen, welche ich zum Schliessen der Kette auf dem Körper, zur directen Muskelreizung sowie zur Reizung der Nervi phrenici und ihrer Genossen bei Asphyktischen benutze [1]). Ich gebe zugleich eine Abbildung der den Stöhrer'schen Apparaten beigegebenen Electroden (vgl. Fig. 9) und zwar der mit breiter Platinplatte versehenen (d), sowie der mit dem Kohlenknopf armirten Electrode (e), sowie endlich des Pinsels von Silbergespinnst (f).

Fig. 9.



Dieser Pinsel aus feinen metallischen Fäden, welchen Duchenne sehr bezeichnend die electrische Geissel genannt hat, ist unentbehrlich, wenn es sich um electrische Reizung der Haut allein handelt. Derselbe wird auf die trockene Hautoberfläche aufgesetzt, und erregt, da aus

1) Die Holzschnitte geben diese sowie die Stöhrer'schen Electroden (vergl. Fig. 9) in $^2/_7$ der natürlichen Grösse wieder.

jedem Metallfaden eine Stromesschleife in die Haut eintritt, schon bei mässiger Stromstärke einen äusserst heftigen Schmerz, der bald als brennend, bald mehr als stechend bezeichnet wird. Auf die energische Reizung antworten die Hautmuskeln sofort durch Contraction und Vorziehen der Haarbalg- und Talgdrüsenmündungen — es entsteht die exquisiteste Gänsehaut. Zugleich aber wird durch die Reizung der Muskulatur der kleinsten Arterien in der Cutis eine Verengerung der Gefässe und ausgesprochene Ischämie der Haut gesetzt. Diese verschwindet aber bei andauernder und energischer Reizung rasch und macht einer intensiven Hyperämie Platz, welche bedingt ist durch die bereits oben (p. 23) erwähnte paralytische Erschlaffung der Gefässmuskeln und die secundäre Erweiterung des betreffenden Stromgebietes. Das Erythem tritt bei der Anwendung der Geissel gewöhnlich schneller ein und erreicht schnell eine grössere Intensität und Ausdehnung, als dies bei der Anwendung eines einfachen trockenen Metallknopfes oder gar einer mit feuchtem Schwamm armirten Electrode der Fall ist.

Was den Effect der electrischen Geissel oder Moxa vor dem aller übrigen Hautreizungen auszeichnet, das ist der Mangel jeder üblen Nebenwirkung auf die Haut bei der höchsten Intensität der Reizung. Sofort mit dem Abnehmen der Electroden erlischt der Schmerz, und das Erythem, welches mit einem Gefühle von Wärme in der Haut einhergeht, verschwindet meist nach kurzer Zeit.

Die Leitungsschnüre, welche die Electroden mit dem Apparate verbinden, sind Kupferdrähte, welche mit Seide übersponnen sind. Siemens und Halske überziehen sie neuerdings mit feinen Gummischläuchen, was sich bei mir als höchst praktisch bewährt hat. Nicht nur dass die Schnüre ausserordentlich an Dauerhaftigkeit gewinnen, es wird durch den wasserdichten Ueberzug auch das unangenehme Ueberspringen des electrischen Stromes von einer Schnur zur anderen unmöglich gemacht, welches unvermeidlich ist, wenn die Schnüre sich berühren, besonders nachdem sie von dem aus den Electrodenschwämmen herabtropfenden Wasser benetzt sind. Ich kann aus diesen Gründen den Herren Collegen nur rathen, sich ihre Leitungsschnüre noch nachträglich mit Gummischläuchen zu überziehen, was mit Hülfe eines langen

steifen Drahtes, den man durch den Schlauch vorweg schiebt und an dem man die Schnur nachzieht, leicht geschehen ist. Eine Umwickelung mit Seidenfäden verbindet den Schlauch an beiden Enden hinreichend mit den Schnüren.

Anfängern, welche sich schnell in der localisirten Anwendung des electrischen Stromes orientiren wollen, empfehle ich aufs dringendste, Vorübungen am eigenen Körper anzustellen, damit sie sich einerseits möglichst schnell sowohl mit den anatomischen Verhältnissen der Körperoberfläche, als auch mit der Verschiedenheit der Sensibilität an den einzelnen Regionen vertraut machen, um nach derselben die Stärke des anzuwendenden Stromes zu bemessen; damit sie andererseits aber auch den Apparat handhaben lernen, um die Schnelligkeit der Unterbrechungen zweckmässig einzurichten und den so häufig vorkommenden Störungen in der Stromerzeugung und Stromleitung auf den Grund zu kommen. Auf diesem Wege gewinnt man rasch Sicherheit und Gewandheit in der Handhabung des electrischen Stromes und hat nicht nöthig, die unentbehrlichen Vorstudien an seinen Patienten anzustellen. Der letztere Weg ist jedenfalls der verkehrteste, wenn der angehende Arzt die Absicht hat, sich und seinem Heilmittel beim Publikum Vertrauen zu erwerben.

Man beginne die Vorübungen an den Extremitäten, besonders an der Hand und am Vorderarm und gehe allmälig zu den empfindlicheren Partien — Unterschenkel, Hals, Gesicht — über. Die anfängliche Empfindlichkeit der Haut gegen den electrischen Reiz stumpft sich durch die Gewöhnung sehr bald ab.

Nächst den Vorübungen am eigenen Körper sind solche an Versuchspersonen zu empfehlen.

Beabsichtigt man an Patienten zu operiren, so unterlasse man nie, die Stärke des Stromes vorher am eigenen Körper zu prüfen. Empfindliche Personen nehmen es sehr übel, wenn man sie mit einem zu starken Strome überfällt, und verlieren nicht selten die Lust an der Fortsetzung der Cur. In den meisten Fällen genügt die Prüfung des Stromes an der eigenen Hand; handelt es sich aber um Faradisirung sehr empfindlicher Regionen z. B. des Gesichts, so setze man die Electroden vorher

am eigenen Gesichte auf, um sich von der Intensität des Stromes zu überzeugen.

Zur Minderung des Hautschmerzes dient ruhige und sichere Führung der Electroden, kräftiges Aufdrücken derselben und Vermeidung eines unsichern Hin- und Herfahrens mit den Stromgebern. Will man bei empfindlichen Personen ganz sicher gehen, so setze man die Electroden bei sehr geringer Stromstärke fest auf und verstärke alsdann durch Verschiebung der Inductionsrolle den Strom allmälig bis zu dem nöthigen Intensitätsgrade.

Ferner ist beim Faradisiren darauf zu achten, dass der Körper oder wenigstens das betreffende Glied sich in einer sicheren Lage befindet, dass die Haut beim Ansetzen nicht verschoben wird, was bei mageren Individuen gar leicht geschieht, endlich dass die Lagerung des Gliedes bei der jedesmaligen Faradisirung dieselbe ist. Ist das Glied nicht fixirt, so weicht es dem Drucke aus und gestattet keine präcise Führung der Electroden. Wird die Haut verschoben, so verfehlt die Electrode den motorischen Nerven und bringt gar keine Wirkung oder eine unerwünschte Reizung sensibler Nerven zu Wege. So ereignet es sich z. B. sehr leicht, dass man vom N. musculocutaneus auf den Medianus abgleitet, oder vom motorischen Zweige des N. vastus internus auf den N. saphenus major. Ich fixire, um dies zu vermeiden, bei schlaffer Haut die Stelle, unter welcher der betreffende motorische Nerv verläuft mit dem Daumen, wie die Vene beim Aderlass, und setze vor der Spitze desselben die Electrode auf.

Wird die Lage des Gliedes geändert, so verändert sich häufig auch das Lageverhältniss der Hautoberfläche zu den tieferen Partieen und das Verhältniss der letzteren unter sich. Es werden deshalb die bei gestreckter Haltung einer Extremität bezeichneten motorischen Punkte sich in gebeugter Stellung derselben häufig als nicht zutreffend erweisen. Man thut aus diesem Grunde gut, im Anfange die Versuchsperson stets in derselben Lage zu faradisiren, am besten in der horizontalen Lage, und zwar deshalb, um alle Muskeln gleichmässig zu erschlaffen.

Wenn man die faradische Behandlung bestimmter gelähmter Muskeln beginnt, ist es zweckmässig, sich sogleich in der ersten Sitzung die motorischen Punkte zu suchen und mit Argent. nitricum auf der Haut zu fixiren, damit nicht in jeder fol-

genden Sitzung das schmerzhafte und zeitraubende Suchen und Hin- und Herfahren mit den Electroden von Neuem beginnt und dem Kranken die Lust an der Fortsetzung der Cur benimmt.

Es ist ferner von Wichtigkeit, zu wissen, dass der negative Pol eine stärkere Wirkung auf die motorischen sowohl als auf die sensiblen und Sinnes-Nerven ausübt, als der positive — vorausgesetzt, dass die Electroden von gleicher Dicke sind. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man am eigenen Körper sensible Partien reizt und die Pole wechselt. Bezeichnet man sich ferner die motorischen Punkte zweier homologer Muskeln im Gesichte mit Tinte und reizt nun die beiden Facial-Aeste gleichzeitig, den linksseitigen mit dem positiven, den rechtsseitigen mit dem negativen Pole, so wird die dadurch gesetzte Contraction und Sensation rechts energischer sein als links; mit dem Wechsel der Pole wird sich die Sache aber umgekehrt verhalten. Ich bediene mich des negativen Pols wegen dieser seiner stärkeren Wirkung stets zur Reizung der Muskelnerven und schliesse mit der positiven Electrode, welche, um die Stärke des negativen Pols zu erhöhen, mit einer grösseren Contactfläche versehen ist, die Kette an einem indifferenten Punkte des Körpers. An welchem Punkte des Inductionsapparates der positive Strom austritt, ermittelt man leicht durch die bekannte Electrolyse des Jodkaliums.

Duchenne führt in seinem Werke kurz an, man thue gut, bei der Faradisirung der Gesichtsmuskeln die Kette nicht auf dem Muskel, sondern in dessen Nähe, z. B. am Halse, zu schliessen, um den Strom recht abzuschwächen. Dies ist der einzige Fall, wo Duchenne die Kette nicht auf dem Muskel schliesst. Remak sagt in Bezug hierauf, man könne bei den Gesichtsmuskeln die Kette ausserhalb des Muskels schliessen, da es bei der grossen Erregbarkeit der Facial-Aeste genüge, wenn eine Stromschleife (?) dieselben träfe. Dies liesse sich auf alle Muskelnerven anwenden, wenn man sich mit einer Abschwächung des Erfolges begnügen wolle. Indessen sei dies eine Spielerei, mit welcher man allerdings den „Nichteingeweihten" in grosses Erstaunen setzen könne. Sie möge vielleicht nützlich werden, sobald man die Absicht habe, zwei Muskeln gleichzeitig von

ihren Randpunkten aus mit demselben Strome in Bewegung zu setzen.

Ich habe dieses Verfahren einer genaueren Prüfung unterworfen und gefunden, dass dasselbe einen weit grösseren praktischen Werth besitzt, als Duchenne und Remak annehmen. Ich erinnere zunächst an das Gesetz, dass der electrische Strom um so mehr abgeschwächt wird, je grösser der eingeschaltete Körper ist, insbesondere aber, je mehr Leistungswiderstände der Strom im Verlauf durch denselben zu überwinden hat. (Ohm'sches Gesetz.) Somit fällt die Contraction z. B. des Triangularis menti, dessen Nerven ich mit der negativen Electrode reize, am schwächsten aus, wenn ich den positiven Pol am Fusse aufsetze, stärker wenn ich ihn auf dem Sternum oder gar in der Nähe jenes Muskels aufsetze. Am kräftigsten wird stets die Contraction sein, wenn man die Kette auf dem Muskel selbst schliesst, weil dann nicht allein eine kurze Strecke des besten Leiters (nämlich des feuchten Muskel- und Unterhautzellgewebes) zwischen den Polen eingeschaltet ist, sondern auch, weil einerseits der negative Pol den motorischen Nerven, andererseits der positive Pol die im Muskelbauche verlaufenden, mehr oder weniger durch Abzweigung verdünnten Aeste des Nerven oder wenigstens deren peripherische Ausbreitung reizt.

Bei der praktischen Anwendung des Verfahrens, die Kette ausserhalb des Muskels zu schliessen, kommt die Abschwächung des Stroms natürlich gar nicht in Betracht, da man diesem Umstande durch Steigerung der Stromstärke abhelfen kann. Wenn ich im Gesichte oder am Halse agire, schliesse ich die Kette stets auf dem Rumpfe, um die unvermeidliche und sehr schmerzhafte Reizung der Zweige des Trigeminus und der sensiblen Cervicalnerven durch den positiven Pol zu vermeiden. Auch am Rumpfe bediene ich mich stets dieses Verfahrens, wo es mir auf eine genaue Bestimmung des anatomischen Verhaltens der Nerven, oder auf die Beurtheilung pathologischer Zustände in den Muskeln oder Nerven ankommt.

So lange zwei Electroden auf dem Muskel stehen, ist nicht festzustellen, von welcher Electrode aus, und an welchem Punkte nun eine Reizung geschieht. Bei kleinen Muskeln ist endlich auf

diese Weise eine gleichzeitige Reizung benachbarter Muskeln und Nerven kaum zu vermeiden.

Ausgezeichneten Nutzen hat mir das obige Verfahren gewährt bei der am Lebenden vorgenommenen Bestimmung des Verlaufes der Nerven und ihrer Eintrittsstellen an den Muskeln. Hier liess ich die positive Electrode von der Versuchsperson selbst oder von einem Gehülfen auf dem Sternum oder über der Patella — also an Hautstellen, welche die Abwesenheit von motorischen Nerven und Muskelfasern und die Armuth an sensibeln Nerven als möglichst indifferente erscheinen lässt — fixirt halten. Mit der negativen Electrode suchte ich nun am Muskel den Punkt, dessen Reizung eine möglichst complete Verkürzung zu Wege brachte und bezeichnete ihn durch eine gefärbte Lapislösung. Bei den Muskeln, welche von mehreren Nerven versorgt werden, konnte ich auf diese Weise den Eintritt jedes einzelnen Astes eruiren.

Es ist ferner selbstverständlich, dass der Verlauf mancher Nerven, bevor sie in ihre Muskeln eintreten, es gestatten wird, erstere in mehr oder weniger grosser Entfernung von ihren Eintrittsstellen zu reizen und somit Muskel-Contractionen zu erzielen, ohne dass der Muskel selbst in die Kette eingeschaltet ist. Dies kann man für einzelne Muskeln sehr schön an den Zweigen des N. facialis, am äussern Aste des N. accessorius Willisii, für ganze Muskelgruppen an den meisten Nervenstämmen z. B. am N. radialis, ulnaris, medianus, peroneus u. A. demonstriren.

Es wurde oben nachgewiesen, dass jeder Pol des Stromes geeignet sei, motorische und sensible Nerven zu erregen. Dasselbe gilt von jedem Derivat des einzelnen Poldrahtes, indessen äussern alle Zweige des negativen Pols eine grössere Energie als die des positiven. Für die praktische Anwendung des Faradismus lag nun Nichts näher, als bei der isolirten Reizung von Muskeln oder Nerven mit jedem Pol einen besonderen Muskel oder Nerven zu reizen, besonders wo es sich darum handelte, homologe Muskeln z. B. Gesichtsmuskeln, gleichzeitig in Bewegung zu setzen, oder complicirte Bewegungen, welche die Thätigkeit mehrerer Muskeln erfordern, zu erzielen.

Duchenne bemerkt mit wenigen Worten, dass er das Verfahren, mit einem Strome zwei Muskeln zu reizen, an den homologen Gesichtsmuskeln versucht, aber auch sofort wieder aufgegeben habe, weil die ungleiche Verkürzung beider Muskeln ihm für seine physiologischen Studien unbrauchbar erschien. Er bedient sich deshalb der getheilten Ströme (courants derivées) zur Reizung zweier homologer Muskeln in der Weise, dass auf jeden Muskel ein Zweig des positiven und ein Zweig des negativen Stromes applicirt wird. Dieses Verfahren muss ich nach eigenen Versuchen als umständlich und für die therapeutische Anwendung unbrauchbar bezeichnen, da es Gehülfen und viel Zeit erfordert.

Remak bemerkt in einer Anmerkung zur zweiten Auflage seiner oben erwähnten Schrift, dass er beide Pole mit Nutzen zur Electrisirung der Zunge und des Gaumensegels verwandt habe.

Das Verfahren ist jedoch praktisch brauchbarer, als man nach diesen Aeusserungen von Duchenne und Remak annehmen sollte. Freilich verhindert die Differenz in der Energie des positiven und negativen Poles die Anwendung derselben bei homologen Muskeln. Die Verkürzung des von der negativen Electrode gereizten Muskels ist stets stärker, als am positiven Pole, und es gelingt z. B. an den Gesichtsmuskeln auf diesem Wege nicht, die mimische Wirkung zweier homologer Muskeln zu demonstriren. Bei grösseren Muskeln aber, besonders wenn sie von ungleicher Stärke und Ausdehnung sind, ist die gleichzeitige Verwerthung beider Pole für zwei Muskeln entschieden zu empfehlen, besonders wenn man der Differenz in der Polwirkung soweit Rechnung trägt, mit dem negativen Pol den stärkeren, mit dem positiven Pol den schwächeren Muskel zu reizen.

Für die gleichzeitige Erregung zweier homologer Muskeln, besonders im Gesichte, bediene ich mich eines Verfahrens, welches dem Duchenne'schen ähnlich ist, jedoch grössere Einfachheit der Ausführung und Reinheit des erzielten Effectes vor demselben voraus hat. Ich theile den stärkeren (negativen) Poldraht in 2 Drähte, und zwar dadurch, dass ich in die Klemmschraube des negativen Pols 2 kurze Kupferdrähte einlege, welche sich innerhalb der Klemmschraube mit den entsprechenden durch Abfeilen gebildeten Flächen innig berühren, welche aber ausserhalb

derselben von einander gebogen sind. An jeden dieser Drähte befestige ich eine Leitungsschnur nebst der daranhängenden feinen Electrode. Der positive Poldraht bleibt ungetheilt; seine Leitungsschnur endet in eine Electrode mit grosser Schwammkappe, welche die Versuchsperson auf dem Sternum fixirt. Ich habe alsdann durch die Theilung des negativen Poldrahts 2 Electroden für die isolirte Reizung der homologen Muskeln gewonnen, welche durchaus gleichstarke Ströme liefern, während der Patient selbst das Schliessen der Kette an einer indifferenten Hautstelle mittelst des positiven Pols ausführt.

Es verdient endlich erwähnt zu werden, dass ein starkes Fettpolster die localisirte Faradisirung wesentlich erschwert, indem dasselbe zwischen der Haut und dem zu reizenden Muskel oder Nerven eine starke Schicht gut leitenden Gewebes bildet, welche zu comprimiren schwer, ja oft gradezu unmöglich ist. Steigerung der Stromstärke ermöglicht zwar Ueberwindung des Hindernisses, das tiefere Eindringen des Stromes, allein dadurch wird die Schmerzhaftigkeit der Procedur erheblich erhöht. Dieser Umstand ist aber nicht gering anzuschlagen, da sich ein stark entwickelter Panniculus adiposus grade bei kleinen Kindern findet, welche gegen den electrischen Strom ohnehin lebhaft reagiren und dadurch eine ruhige Beurtheilung pathologischer Veränderungen in den Muskeln z. B. bei der so häufigen spinalen Kinderlähmung, ungemein schwierig und die electrische Behandlung solcher Zustände sehr unerquicklich machen. In Fällen, wo eine genaue Untersuchung solcher empfindlicher Patienten mittelst des localisirten faradischen Stromes in diagnostischer und therapeutischer Hinsicht von besonderer Wichtigkeit ist, bleibt Nichts übrig, als die Exploration in der Chloroformnarkose vorzunehmen.

II. Die Batterien für den constanten Strom.

Zur Erzeugung eines constanten galvanischen Stromes eignen sich selbstverständlich nur die oben angeführten constanten Ketten. Die **Daniell**'sche empfiehlt sich auch hier, wie bei den Inductionsapparaten, durch Billigkeit in der Anschaffung

sowie durch die Entbehrlichkeit der Salpetersäure; es macht sich jedoch hier der oben beregte Uebelstand des täglichen Füllens und Auseinandernehmens der Elemente noch in höherem Maasse geltend, weil es sich um eine grosse Zahl von Elementen handelt. Wer nicht einen geübten Diener zur Disposition hat, ist ausser Stande, eine Daniell'sche Batterie zu unterhalten.

Remak's Batterie für den constanten Strom besteht nach seinen Angaben (a.a. O. p. 252 ff.) aus 60 Daniell'schen Elementen, deren jedes etwa 4″ Höhe und 3″ Durchmesser hat. Am Kupfer befindet sich gesättigte Kupfervitriollösung, am Zink innerhalb der Thonzellen sehr verdünnte Schwefelsäure (1 Th. Schwefelsäure auf 36 Theile Wasser). Die Batterie steht in einem Schranke des Vorzimmers den Tag über geladen, wird aber jeden Abend auseinandergenommen und gereinigt, insbesondere die Zinkkolben in verdünnter Schwefelsäure (10 %) abgebraust und dann mit einer Bürste scharf geputzt, bis das Quecksilber erscheint. Jede Woche werden die Zinkkolben neu verquickt.

Zur Regulirung der Stromstärke dient bei Remak ein sog. Stromwähler, eine Vorrichtung, welche mittelst Kurbeldrehung die Elemente in jeder Combination von 2—60 zu verkuppeln gestattet. Zur Unterbrechung des Stromes hat Remak verschiedene Apparate construiren lassen, welche 4—60 Unterbrechungen in der Secunde ermöglichen.

Remak's Electroden sind von Messing und an der Spitze theils mit Knöpfen von 1/8—2″ Durchmesser, theils mit Platten von 3″ Durchmesser, theils mit Querbalken von 3″ Länge und 1/2″ Dicke armirt. Sämmtliche Electroden sind mit Schwammkappen versehen, welche mit Leinewand überzogen und mit destillirtem Wasser angefeuchtet werden.

Die Grove'sche Kette ist trotz ihrer beträchtlichen electromotorischen Kraft und Constanz für den in Frage stehenden Zweck wohl am wenigsten geeignet, da bei ihr zu dem Uebelstande des täglichen Zusammenstellens und Auseinandernehmens noch der hohe Preis sowie die bei einer so bedeutenden Zahl von Elementen im Zimmer unerträglichen Säuredämpfe kommen. Diese Batterien erfordern also zur Aufstellung einen besonderen Raum.

Die Bunsen'schen Elemente eignen sich in der von

Stöhrer modificirten Form entschieden am besten für den Zweck. Stöhrers Zinkkohlenbatterie hat nach meiner Ueberzeugung allein eine Zukunft für die ärztliche Praxis und ich will deshalb eine genaue Beschreibung derselben nebst Abbildung folgen lassen.

Stöhers grosse Zinkkohlenbatterie.

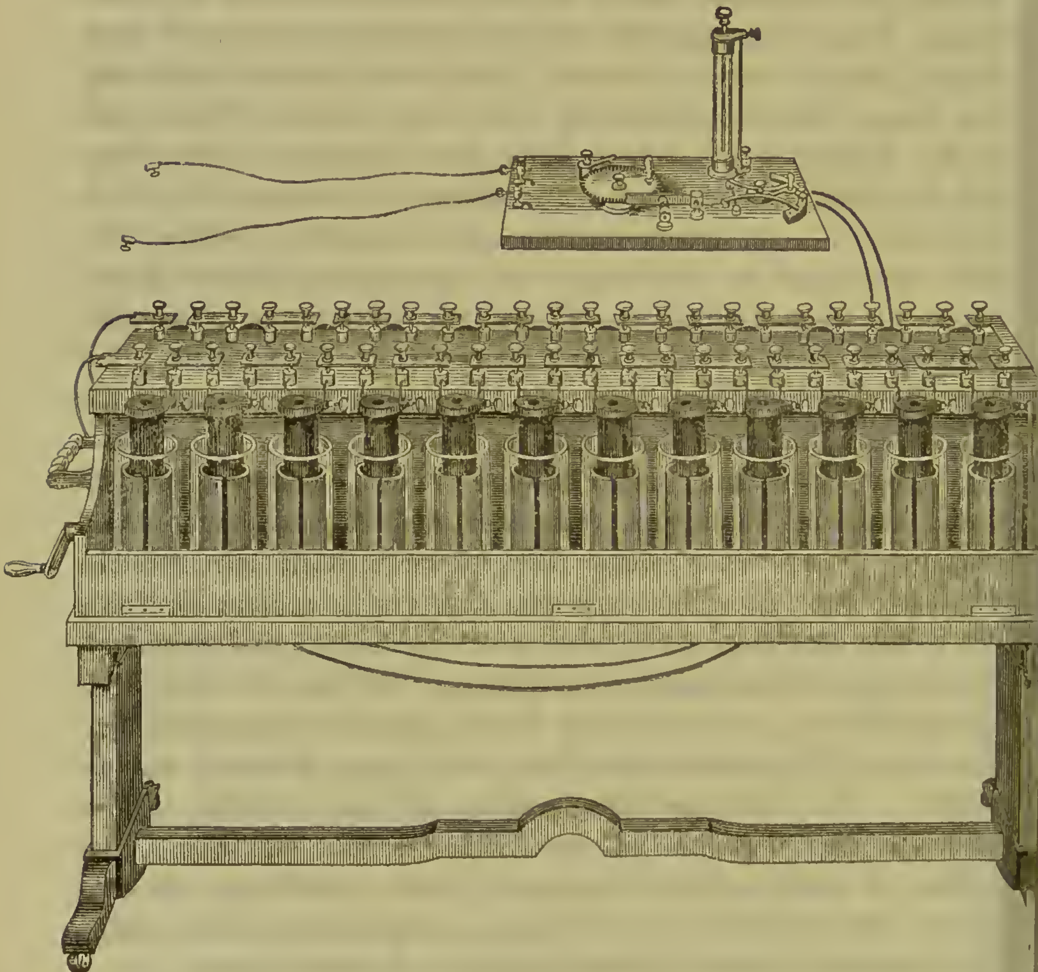
Die Batterie (vergl. Fig. 10 pg. 82) besteht aus 24 oder 32 Zinkkohle-Elementen, welche mittelst Klemmschrauben an einem langen Träger befestigt sind und mit demselben vermittelst einer Winde gehoben werden können. Die Kurbel, deren Umdrehung den Träger mit den Elementen hebt resp. senkt, befindet sich in der Abbildung am linken Ende des Apparates. Die Gläser mit der verdünnten Schwefelsäure stehen — jederseits 12—16 in einer Reihe — auf einem Gestelle von Eichenholz, welches mittelst zweier (auf der Abbildung links und rechts sichtbarer) Handhaben von dem ebenfalls aus Eichenholz verfertigten Fussgestell abgehoben werden kann. Die äussere Wand des Gestelles, auf dem die Gläser stehen, kann zur bequemeren Herausnahme der Gläser beim Reinigen niedergelassen werden.

Die Verbindung der Elemente unter einander geschieht durch kupferne Klammern, von denen eine Anzahl längerer und kürzerer beigegeben werden. Die kürzeren Klammern, welche die Kohle des 1. Elementes mit dem Zink des 2., sodann die Kohle des 2. mit dem Zink des 3., und sofort verbinden, sind bestimmt, die Elemente hintereinander anzuordnen. Ist dies in beiden Reihen geschehen, so sind die (der Kurbel gegenüberliegenden) beiden letzten Schraubenständer durch eine lange Klammer zu verbinden. Die Leitungsdrähte werden an den vorderen Enden beider Reihen der eine an der Klemmschraube der Kohle, der andere an der des Zinks eingelegt. Diese Anordnung der Elemente hintereinander ist die bei der medicinischen Anwendung des constanten Strom's gebräuchlichste und wirksamste.

Es ist jedoch an dem Apparate die Möglichkeit gegeben, auch jede andere Combination auf ihre Leistungen zu prüfen. Will man sämmtliche 24 oder 32 Elemente nebeneinander zu 2 Paaren verkuppeln, so legt man die langen Klammern ein und verbindet sämmtliche Kohlen, indem man die Klammern von aussen

her einschiebt, und sämmtliche Zinke, indem mån die Klammern von innen her einlegt, unter sich. Verbindet man nun beide sogestaltete Reihen an den Enden durch eine lange Klammer, so hat man eine Kette aus 2 Paaren. — Legt man nun in der Mitte jeder Reihe statt zweier langer Klammern eine kurze ein, so hat man eine Kette aus 4 Paaren. Auf diese Weise kann man fortfahren, die Zahl der Paare zu vermehren.

Fig. 10.



Die ganze Batterie zu 4 Paaren verbunden liefert übrigens lebhafte Glüherscheinungen und kann zu galvanokaustischen Operationen benutzt werden.

Auf gute Verquickung des Zinks sowie auf sorgfältige Reinhaltung aller leitenden Metalltheile, vor Allem der Kupfer-

platten, welche durch die Schraube des Kohlenringes an die Kohle gepresst werden, sowie endlich auf gute Füllungsflüssigkeiten ist das Hauptgewicht zu legen.

Im Betreff dieser einzelnen Punkte ist Folgendes zu beobachten:

Die Füllungsflüssigkeiten sind

1) concentrirte Lösung von Chromsäure, von welcher auf den das Bohrloch der Kohle zur Hälfte füllenden Sand etwa 10—12 Tropfen alle 6—8 Wochen gethan werden.

2) englische Schwefelsäure im Verhältnisse von 1 : 6 mit Wasser verdünnt. In Betreff der Schwefelsäure macht Stöhrer darauf aufmerksam, dass eine mit Salpetersäure verunreinigte Schwefelsäure, wie selbige im Handel vorkomme, dem Apparate grossen Schaden zufüge, und dass man deshalb stets die Schwefelsäure vor der Anwendung entweder chemisch prüfen oder dieselbe — gehörig verdünnt — zunächst in ein Element einfüllen müsse, um in Betreff der Verunreinigung sicher zu sein. Ist nach der Füllung des Elementes der frisch amalgamirte Zinkcylinder mit der Kohle durch einen Kupferdraht verbunden, so bemerkt man bei Reinheit der Säure höchstens einen Ueberzug des Zinkcylinders mit kleinen Bläschen, aber durchaus keine Gasentwicklung. Tritt dagegen Gasentwicklung ein, wird das Amalgam rasch zerstört und das Zink angegriffen, so enthält die Schwefelsäure Salpetersäure und muss sofort mit einer chemisch reinen vertauscht werden. Die mit derselben in Berührung getretenen Zinkcylinder müssen aufs Neue verquickt werden.

Bei Beobachtung dieser Cautelen ist es selbst bei täglichem Gebrauche nur alle 4—6 Wochen nöthig, die Säurefüllung zu erneuern.

Die Kohlen, welche sich allmälig mehr und mehr mit dem Zinksalz imprägniren, sind ebensooft in lauwarmem Wasser auszusüssen. Man stellt zu dem Zwecke alle Kohlen in ein grosses Gefäss voll lauwarmen Wassers, so zwar dass die obern Ringe circa $1/2''$ über der Wasserfläche stehen. Man vermeide ein Eintauchen des obern Schraubenringes in das Wasser, und besonders in heisses Wasser, weil der den Ring überziehende Kitt sich leicht auf- oder doch ablösen und das Metall durch die in das Wasser übergehende Säure oxydirt werden würde. Die Stelle

an der Kohle, wo das Kupfer mittelst der Schraube angepresst wird, ist vorher durch Bürsten mit lauwarmem Wasser zu reinigen. Das zur Reinigung der Kohlen dienende Wasser muss im Ganzen dreimal — und zwar etwa alle 2 Stunden — erneuert werden.

Der **Stromregulator** von Emil Stöhrer, welcher in der Abbildung (Fig. 10) oberhalb der Batterie dargestellt ist, besteht aus einem Commutator, einem Dämpfer und einem Unterbrecher. Die Verbindung dieses kleinen aber ziemlich complicirten Apparates mit der Batterie geschieht, wie die Abbildung zeigt, durch Leitungsdrähte, welche von der Batterie zu den am Commutator befindlichen Klemmschrauben des Regulator's ziehen.

Dem Stromwender gegenüber befinden sich die Klemmschrauben, welche die Leitungsschnüre mit ihren Electroden aufzunehmen bestimmt sind.

Der Commutator wendet die Stromrichtung durch Veränderung der Stellung seiner Arme. Man thut nach meiner Erfahrung gut, sich am Commutator den negativen und positiven Pol durch die Jodkaliumelectrolyse zu bestimmen und ein für alle Mal durch Zeichen zu fixiren[1]). Der Commutator macht es mög-

---

1) Das Verfahren ist Folgendes: Ein Stück Fliesspapier wird in flüssigen Stärkekleister gehängt, dem eine gute Dosis Jodkaliumlösung zugesetzt ist. Ist das Papier vollständig durch- und überzogen, so setzt man die in Platindrähte auslaufenden Enden der Leitungsschnüre, ganz nahe bei einander auf dasselbe auf. Sobald die Elemente durch einige Kurbeldrehungen in die Flüssigkeit eingetaucht werden, entsteht am positiven Pole vermöge der Electrolyse das Jodkalium und des Freiwerdens des Jod's am positiven Pol, eine blaue Färbung — d. i. Jod-Bläuung des Amylum.

Auf dieselbe Weise werden die Pole am Inductionsapparate bestimmt, jedoch ist hier der Hammer festzustellen und der Oeffnungsstrom auf das Papier zu leiten. Selbstverständlich muss, wenn die Bestimmung für die Zukunft richtig sein soll, auch die Richtung des primären Strom's immer dieselbe sein, d. h. der positive Strom muss immer an ein und derselben Klemmschraube in den Inductionsapparat eintreten.

lich, beim Galvanisiren, ohne eine Veränderung in der Stellung der Electroden über dem Nerven oder Muskel vorzunehmen, den bisher aufsteigenden Strom in einen absteigenden, oder umgekehrt den absteigenden in einen aufsteigenden zu verwandeln.

Man hat Sorge dafür zu tragen, dass die Arme des Commutators auf den Metallblöcken fest aufschleifen und kann bei zu starker Reibung die Contactflächen mit etwas gutem Oel anfeuchten.

Vom Commutator geht der Strom zunächst durch das Wasserrohr, auch Dämpfer, Moderator genannt, welches schon oben (pap. 58) beschrieben wurde. Für den vorliegenden Fall sei nur erwähnt, dass das Wasser in dem Glasrohr erneuert werden muss, sobald es eine Färbung anzunehmen beginnt. Der Dämpfer ist hier übrigens nur in Anwendung zu bringen, wenn schon das geringste Eintauchen der Elemente einen für den augenblicklichen Zweck z. B. für die Anwendung des Stromes im Gesicht zu starken Strom liefert. Im Uebrigen lässt man den Kupferdraht stets mit dem Boden in Berührung und regulirt die Intensität des Stromes nur durch geringeres oder stärkeres Einsenken der Elemente in die verdünnte Schwefelsäure. Vom Dämpfer sowie auf der andern Seite vom Commutator führt der Strom weiter durch das gezahnte Unterbrechungsrad, durch dessen Umdrehungen man den constanten Strom mehr weniger schnell unterbrechen kann. Je stärker man die auf den Zähnen des Rades aufschleifende Feder durch die Druckschraube anspannt, um so empfindlicher und energischer werden die Unterbrechungen. Der Feder gegenüber ist ein beweglicher Sperrhaken angebracht, welcher, wenn das Unterbrechungsrad in Thätigkeit ist, ganz zurückgeschlagen werden muss, welcher aber, wenn der Unterbrecher nicht gebraucht wird, in eine Lücke des Rades eingestellt werden muss. In diesem Falle darf aber die Feder nicht gleichzeitig das gezähnte Rad berühren, sondern muss von den Zähnen desselben abstehen. Die Letzteren sind von Zeit zu Zeit mit etwas Oel zu befeuchten.

Schliesslich die Bemerkung, dass zur (relativen) Messung der Stromstärke von Stöhrer ein Galvanometer abgegeben wird, an dem die stärkere oder schwächere Ablenkung der Nadel die grössere oder geringere Intensität des Stromes anzeigt und

besonders bei alter oder neuer Füllung einen brauchbaren Anhaltspunkt abgiebt. Man schaltet das Galvanometer entweder an den hinteren Schraubenständern ein, wenn man nur die Stärke des Stromes beobachten will, oder an den vorderen Schraubenständern zwischen der Batterie und dem Commutator, wenn der Strom auf einen Patienten abgeleitet wird.

III. Die Batterien für Galvanokaustik.

Es ist nicht der Zweck der vorliegenden Zeilen, die Verwerthung der thermischen Effecte des galvanischen Stromes für chirurgische Zwecke in ihrer historischen Entwicklung sowie in ihrer jetzigen Bedeutung darzustellen; eine genaue Beschreibung sämmtlicher für galvanokaustische Operationen construirter Batterien und Nebenapparate bleibt besser chirurgischen Specialwerken überlassen. Ich beabsichtige hier nur, auf die Verwendbarkeit grösserer Batterien gleichzeitig für physiologische sowohl als für thermische Effecte aufmerksam zu machen, und daran die Beschreibung einer soeben von Emil Stöhrer construirten Batterie für Galvanokaustik anzuschliessen, welche nach meinem Dafürhalten geeignet ist, dem galvanokaustischen Operationsverfahren auch bei den praktischen Aerzten mehr und mehr Eingang zu verschaffen. Die von Middeldorpf [1]) verwendete und von anderen Chirurgen (Bardeleben, Zsigmondy) ausschliesslich gebrauchte Batterie besteht aus 4 grossen Grove'schen Elementen, welche zur einfachen Kette, zur Kette aus 2 Paaren, sowie endlich zur Säule verkuppelt werden können [2]). Der Effect dieser Batterie ist bei guter Behandlung ausgezeichnet kräftig und sicher. Die Benutzung der Batterie erfordert aber vor und nach jeder Operation viel Arbeit, sodass ein geschulter Diener

1) Die Galvanokaustik, ein Beitrag zur operativen Medicin. Breslau 1854.

2) Wegen einer genaueren Beschreibung der Batterie sowie der Nebenapparate verweise ich auf das Hauptwerk von Middeldorpf sowie auf M. Meyer l. c. p. 91 sqq. und 343 sqq. und Erdmann l. c. p. 286 sqq.

unumgänglich nothwendig ist, auch sind die Kosten der Anschaffung sowie der Unterhaltung sehr beträchtlich.

Man hat sich aus diesem Grunde in den letzten Jahren vielfach bemüht, billigere und dabei doch nicht weniger kräftige Batterien zu construiren, deren Benutzung zugleich mit geringeren Umständen verknüpft und deshalb auch dem praktischen Arzte möglich sei.

Die Daniell'sche Batterie ist für den beregten Zweck durchaus ungenügend. Kräftiger sind schon die aus Zink und Eisen construirten Elemente, dagegen aber wieder sehr unhandlich und bei häufiger Anwendung bald leidend.

Am meisten entsprechen bisher den obigen Anforderungen die Batterien aus Bunsen'schen Elementen. Als ein Versuch mit Zinkkohle-Elementen ist die Batterie zu betrachten, welche von Grenet construirt und von Samter[1]) dringend empfohlen wurde. Die Grenet'sche Batterie besteht aus amalgamirten Zinkplatten und mit Kohle überzogenen Kupferplatten, welche in verdünnter Schwefelsäure, in welcher doppeltchromsaures Kali aufgelöst ist, stehen. Während ein Blasebalg mittelst eines in 2 Zweige zerfahrenden Gummischlauches Luft durch die Flüssigkeit treibt, glüht der Draht lebhaft.

Es ist gegen die Grenet'sche Batterie von Zsigmondy[2]) u. A. der Vorwurf der Inconstanz und des Mangels an Dauerhaftigkeit erhoben, und — wie es scheint — mit Recht, denn dieselbe hat nirgends Eingang in die Praxis gefunden.

Emil Stöhrer's grosse Zinkkohlenbatterie, welche pg. 88 ff. beschrieben und abgebildet ist, eignet sich — wie oben ewähnt — vortrefflich für kleinere galvanokaustische Operationen, wenn die 24 oder 32 Elemente zu einer Kette von 8—4 Elementen verkuppelt werden. Ein dünner Platindraht schmilzt sofort und ein Draht von mittlerer Stärke wird lange Zeit in intensivem Glühen erhalten. Unzureichend dagegen ist die Batterie für grössere Operationen, für welche das Glühen eines langen und dicken Drahtes sowie der messerförmigen Brenner, der Kuppel- und Strie-

1) Die Grenet'sche Batterie und ihre Bedeutung für die operative Heilanwendung des Galvanismus von Samter. Posen 1858.

2) Wiener med. Wochenschrift 1859. Nr. 47 u. 48.

turenbrenner erforderlich ist. Man kann zwar den Glüheffect durch Eingiessen von concentrirter Salpetersäure in das mit Sand gefüllte Bohrloch des Kohlencylinders beträchtlich erhöhen, allein der thermische Effect ist nicht zuverlässig und constant genug, auch leidet der Apparat mit der Zeit.

Stöhrer hat nun in der neuesten Zeit eine Batterie construirt, welche im Princip mit der Grenet'schen übereinstimmt, vor derselben aber sehr wesentliche Vorzüge voraus hat. Ich halte eine genaue Beschreibung derselben durch die Wichtigkeit des Gegenstandes für gerechtfertigt.

Stöhrer's transportable Plattenbatterie für Galvanokaustik [1]).

Diese Batterie ist ebenfalls mit Einsenkungsvorrichtung versehen, welche ohne Vorbereitung gestattet, sofort über einen starken Strom zu verfügen und die, da man doppelt chromsaures Kali in verdünnter Schwefelsäure als Erreger anwendet, im Zimmer mit der Füllung stehen bleiben kann.

Zwei Plattensysteme, jedes aus 3 Kohlen- und 4 Zinkplatten zusammengesetzt, können bis zu beliebiger Tiefe in ovale Glasgefässe eingetaucht werden, wodurch auf einfache Weise die bei der Galvanocaustik wichtige Regulirung des Stromes hervorgebracht wird. Die Plattensysteme lassen sich mit dem Zuleitungsbügel, welcher durch einen starken Kupferdraht gebildet wird, nach dem Gebrauch leicht von dem Träger abheben, um gereinigt zu werden.

Die einzelnen Platten sind durch zwei mit starken Glasröhren überzogene durchgesteckte Bolzen und zwischengelegte Kautschoukscheiben an einander befestigt.

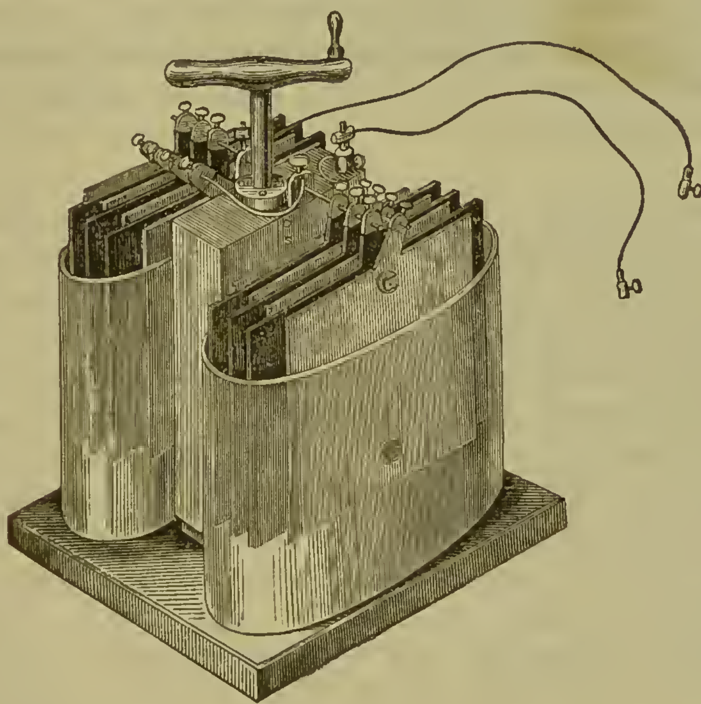
Wenn man die Zinkplatten neu amalgamiren will, so hat

---

1) Die nachstehende Beschreibung nebst xylographischer Darstellung des neu construirten Apparates, sowie die Holzstöcke zu den Abbildungen Fig. 7 (pag. 68) und Fig. 10 (pag. 81) verdanke ich der Gefälligkeit des Hrn. Dr. Stöhrer, welcher mir dieselben auf mein Ansuchen bereitwilligst überlassen hat.

man die angeschraubten Muttern zu entfernen, worauf die Platten mit den kupfernen Verbindungsstücken abgenommen werden. Man reinigt letztere sorgfältig und verfährt mit dem Amalgamiren, wie oben beschrieben. Die Kohlenplatten werden in warmem Wasser ausgewaschen. Nach dem Trocknen derselben werden alle Theile in derselben Weise wieder zusammengesetzt. Die Muttern sind wieder gehörig fest anzuziehen. Die Verbindung der beiden Plattensysteme von Kohle zu Zink stellen durch die Verbindungsstücke gesteckte Kupferdrähte her. Alle diese Theile sind rein zu erhalten.

Fig. 11.



Ausserdem ist ein Blasebalg beigegeben, welcher mit einem in zwei Theile abzweigenden Kautschoukschlauch in Verbindung gebracht wird. Die beiden Enden des Schlauches werden vertical zwischen die mittleren Platten jedes der Systeme seitwärts eingeschoben, so dass sie unten $^{1}/_{4}$ Zoll lang hervorstehen. Wenn man den Blasebalg bei eingetauchten Systemen in Bewegung setzt, so wird die Flüssigkeit durch die aufsteigenden Luftblasen in Bewegung gebracht, was die nachlassende Stromstärke sogleich

wieder vermehrt. Das Nachlassen des Stromes bei Anwendung von doppeltchromsaurem Kali rührt von dessen leichter Zersetzlichkeit her.

Wenn die kleineren Brenner angewendet werden, braucht man die Systeme blos bis auf $^1/_4$ oder $^1/_3$ eintauchen zu lassen und kann durch weiteres Einsenken den Strom constant erhalten. Das Eintauchen der ganzen Systeme sowie die Anwendung des Blasebalgs wird höchstens bei Anwendung der Schneideschlinge mit dickem, langem Platindrahte nothwendig.

Als Säurefüllung verwendet man verdünnte Schwefelsäure 1 : 5, in welcher auf etwa 3 Preuss. Quart $^1/_4$ Pfd. doppeltchromsaures Kali aufgelöst wird. Man lässt die Flüssigkeit vor Einfüllung in die Batteriegläser gehörig abkühlen. Die Säuremischung kann lange Zeit gebraucht werden, da die Einsenkungsvorrichtung gestattet, die Wirkung kurz vor Beginn der Operation herzustellen und nach Bedürfniss sofort wieder aufzuheben.

Anatomisch-physiologische Data

zur Methode der

Localisirung des electrischen Stromes.

Weder die Kenntniss der mitgetheilten physikalischen und physiologischen Thatsachen noch die Ueberwindung der oben erörterten technischen Schwierigkeiten genügen an sich für die praktische Ausführung der Methode der localisirten Electrisirung. Es bedarf dazu noch einer ins Detail gehenden Kenntniss der anatomischen Verhältnisse, insbesondere der Lagerung der Muskeln und ihrer Nerven zu einander, zum Scelett, zu den sensiblen Nerven, und — vor Allem — zur Körperoberfläche. Die Projection der für die electrische Reizung überhaupt zugänglichen oder besonders geeigneten Stellen der Muskeln und motorischen Nerven auf die Oberfläche — das ist die wichtigste Aufgabe der nachstehenden Erörterungen und der beigegebenen bildlichen Darstellungen.

Auf die sensiblen Nerven ist nur im Texte und auch hier nur soweit Rücksicht genommen, als sie bei der Reizung der motorischen Nerven und der Muskeln in Betracht kommen.

Der physiologische Effect der Contraction ist bei dem einzelnen Muskel in aller Kürze angeführt; auf ein weiteres Eingehen auf die interessanten Fragen der Muskelphysiologie musste ich in Rücksicht auf Zweck und Raum der vorliegenden Schrift verzichten.

Die Herstellung der Lithographie sowie der Xylographien geschah vermittelst meiner oben (pag. 77) beschriebenen Methode der Localisirung, bei welcher die stricknadeldünne negative Electrode die Reizung der Nerven oder Muskeln ausführt, während die mit dickem Schwammpolster versehene positive Electrode die Kette auf dem Sternum schliesst. Diese Zeichnungen auf der Haut der Versuchspersonen, welche zunächst mit dunkelblauer Kreide [1]) ausgeführt und nach hinreichenden Controllversuchen sofort mit Höllenstein fixirt wurden, sind in der Folge sämmtlich auf photographischem Wege aufgenommen. Nach den Photographien ist der Kopf auf Stein, Rumpf und Extremitäten auf Holz gezeichnet. So machen denn die Darstellungen Anspruch auf Naturtreue, ohne deshalb für jedes Individuum ganz zutreffend zu sein, was bei dem wandelbaren Verlaufe mancher Nerven, besonders der Zweige des N. facialis, geradezu unmöglich ist.

Da in den Bezeichnungen, welche den Abbildungen unmittelbar angefügt sind, Kürze des Ausdrucks vor Allem geboten war, so habe ich hier von einer Unterscheidung, ob Reizung der Muskelsubstanz selbst oder des motorischen Nerven Platz fände, meistentheils Umgang genommen. Ich habe — um ein Beispiel zu wählen — auf der Lithographie den Facialiszweig, welcher den Stirnmuskel innervirt, nicht als Ram. Nervi facial. pro musc. frontal., sondern einfach als M. frontalis bezeichnet. Die Uebersicht wird durch Kürze der Bezeichnungen erleichtert und der Text giebt ja bei etwaigem Zweifel genügenden Aufschluss.

Kopf.

Der Stamm des **Nervus facialis** wird nach Duchenne's Vorschrift vom äussern Gehörgange aus gereizt, indem man eine dünne Electrode gegen dessen untere Wand andrückt. Dieses Verfahren — schon bei mässiger Stromstärke sehr schmerzhaft — setzt erst bei der Anwendung stärkerer Ströme eine energische Contraction sämmtlicher vom Facialis innervirter Muskeln. Der

1) Ich empfehle zu diesem Zwecke die dunkelblaue Sorte der Creta polycolor von Sussner in Nürnberg, welche sich unter allen Zeichenmaterialien am besten zum Zeichnen auf der Haut eignet.

Reichthum des äusseren Gehörganges an sensiblen Nerven vom N. auriculo-temporalis Paris quinti erklärt die excessive Schmerzhaftigkeit hinreichend.

Ich halte es nicht für nöthig, die Electrode in den äusseren Gehörgang einzusenken, sondern erziele durch Aufsetzen des Stromgebers unmittelbar unter dem Porus acusticus externus in einem hier meistentheils vorhandenen Grübchen der Ohrmuschel (vergl. Taf.) einen ebenso kräftigen Effect und verursache geringere Schmerzen.

Nach schmerzloser, jedoch nur bei mageren Personen von kräftiger Wirkung, ist die Reizung des N. facialis unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Foram. stylomastoideum, indem man die dünne Electrode unmittelbar unter der Ohrmuschel zwischen Proc. mastoideus und dem Proc. condyloideus des Unterkiefers kräftig eindrückt.

Die Reizung des Facialis-Stammes giebt einen überraschenden Effect. Die ganze Gesichtshälfte wird nach der gereizten Seite verzogen, Nase und Mund schiefgestellt, das Auge fest geschlossen, die Haut der Gesichtshälfte in zahllose Falten gelegt.

Von den Aesten, welche der N. facialis sofort nach seinem Austritt aus dem Canalis Fallopiae abgiebt, schwingt sich der **Ram. auricularis posterior** am vorderen Rande des Proc. mastoid. aufwärts, und liegt hier ganz oberflächlich unmittelbar hinter der Verbindung des Ohrknorpels mit dem Schädel (vergl. Taf.). Die Reizung dieses Facialiszweiges, welche wegen der vielfachen Anastomosen mit den Nn. auricularis magn. und occipitalis min. sehr schmerzhaft ist, setzt Contraction in **M. occipitalis**, den **Mm. retrahentes auriculae** und **attollens** (hinterer Theil); der Effect ist Detraction der Kopfhaut nach hinten, sowie Erhebung der Concha nach hinten und oben.

Nach der Theilung des Ram. auricularis post., welche bald höher bald tiefer erfolgt, lassen sich seine beiden Zweige isolirt reizen (vergl. Taf.). Der Ram. posterior ergiebt isolirte Detraction der Galea, der Ram. anterior Erhebung der Concha nach hinten und oben. Eine isolirte Retraction der Auricula ohne Erhebung lässt sich übrigens nicht hervorbringen, weil bei einer Reizung der feinen Zweiglein für die Mm. retrahentes eine Lä-

sion der zum Attollens aufsteigenden Aestchen nicht vermieden werden kann. Einige Male konnte ich allerdings eine isolirte und auffallend energische Retraction der Ohrmuschel hervorrufen, jedoch fehlte hier der M. attollens ganz und es waren die Retrahentes dafür um so kräftiger entwickelt.

Ein Zweiglein des Ram. auricular. poster., welches zum **M. tragicus** und **antitragicus** geht, habe ich häufig mitten auf dem Proc. mastoid. oder an dessen innerem Rande gefunden und bis an die Fissura intertragica verfolgen können. Reizung desselben auf dem Proc. mastoid. also in einer Entfernung von $^1/_2$—$^3/_4$″ von seinen Muskeln, setzt Verengerung der Fissura intertragica mit Fältelung der Haut, so zwar, dass der Antitragus dem Tragus genähert wird, beide aber gleichzeitig nach innen und oben gezogen werden.

Die **Mm. helicis major** und **minor** verkürzen die Concha ein wenig von oben nach unten; sehr oft aber ist ein Effect Seitens dieser Muskeln überhaupt nicht zu erzielen weder durch Reizung ihrer Nervenästchen, welche aus den Rami temporales abtreten und gewöhnlich in der Nähe des Tragus sich finden lassen, noch durch directe Reizung der Muskelsubstanz.

Die Function der Ohrmuskeln durch Aufsetzen der Electroden auf die Muskeln selbst zu eruiren, wie dies von Duchenne geschieht, giebt bei der Beweglichkeit der Ohrmuschel und der Subtilität der Muskelbewegungen noch leichter zu Täuschungen Anlass, als dies bei den Gesichtsmuskeln der Fall ist. Hier wie dort muss man sich, wo es die anatomischen Verhältnisse überhaupt möglich machen, der Erregung der betreffenden motorischen Nervenäste bedienen.

Die Facialis-Aeste für **M. stylohyoideus** und **M. digastricus** lassen sich zuweilen bei mageren Menschen — jedoch höchst selten isolirt — reizen, und zwar, indem man die feine Electrode hinter den processus condyloid. des Unterkiefers tief eindrückt (vergl. Taf.). Ihre Verkürzung manifestirt sich durch Bewegung des Zungenbein's nach aussen, hinten und oben. Nicht blos Fettreichthum des Unterhautzellgewebes ist hier hinderlich, sondern noch viel mehr ein stark entwickeltes und weit nach hinten reichendes Platysma.

Auf der Parotis sind die einzelnen grösseren Aeste des Facialis leicht zu finden und setzen gereizt Contractionen in bestimmten Muskelgruppen, welche der gangbaren Eintheilung in Rami temporales, zygomatici, buccales, subcutanei maxill. infer. und subcutanei colli im Allgemeinen entsprechen.

Diejenigen Facialis-Aeste nun, welche die Parotis verlassend auf dem Knochen mehr weniger fest aufliegen, lassen sich mit Hülfe feiner Electroden auf das Genaueste in ihre Zweige auflösen. Schwerer dagegen und fast nur bei mageren Individuen gelingt es, den Verlauf derjenigen Zweige zu verfolgen, welche auf oder in Weichtheilen gebettet liegen, nämlich der Rami subcutanei colli und besonders der Rami buccales, nachdem sie den inneren Rand des Masseter überschritten haben. Hier muss man sich benügen, jeden motorischen Zweig in der Nähe seines Muskels oder beim Eintritt in denselben zu reizen.

Es sei hier vorweg bemerkt, dass sich, wenn man an einer grossen Anzahl von Personen die Ausbreitung des Facialis in die Gesichtsmuskeln untersucht, vielfältige Varietäten finden, so dass meine Angaben nicht für alle Fälle ganz zutreffend sein können. Immerhin wird es aber mit ihrer Hülfe leicht sein, sich zu orientiren. — Ausser den Verschiedenheiten in der Ausstrahlung des N. communicans fand ich an den Muskeln folgende bemerkenswerthe Abweichungen: der M. frontalis war zuweilen besonders bei jungen Individuen so schwach entwickelt, dass er kaum einen Effect zeigte — der Corrugator supercilii zuweilen äusserst kräftig entwickelt — der Zygomat. major weit nach aussen entspringend, wenn ein Zygom. minor vorhanden war; fehlte dieser ganz, was ich sehr selten beobachtete, so rückte der Ursprung des Zygom. major weiter nach der Mittellinie hin. Die Muskeln der Nase und der Oberlippe fand ich zuweilen so verwachsen, dass sie sich nicht alle isoliren liessen — den Risor. Santorini häufig fehlend — den Triangularis und Quadratus menti in einem Falle nebst dem Platysma ganz fehlend dafür aber den Levator menti übermässig entwickelt; das Platysma hypertrophisch bei Leuten, welche sehr schwere körperliche Arbeit verrichten, z. B. bei Schmieden, Holzhauern u. s. w., weil diese Leute bei jedem mit Energie geführten Schlage das Platysma anzuspannen pflegen. Schlecht entwickelt oder ganz fehlend habe

ich das Platysma häufig bei Individuen mit sitzender Lebensweise gefunden, z. B. bei Schneidern.

Die einzelnen Zweige des N. facialis anlangend, so setzt die Reizung der Aestchen für die **Mm. attrahentes auriculae** und den **M. attollens auricul.** (vordere Partie), welche am besten auf dem Jochfortsatz des Schläfenbein's geschieht (vergl. Taf.), Erhebung der Concha nach oben und gleichzeitig etwas nach vorne. Die unvermeidliche Reizung der sensiblen Filamente des N. auriculo-temporalis wird einigermassen durch starkes Aufdrücken der Electrode paralysirt.

M. frontalis lässt sich stets isolirt auf extramusculärem Wege zur Contraction bringen, da der Facialzweig, welcher ihn innervirt, bevor er in eine Reihe von Endzweiglein zerfällt, eine grosse Strecke weit — durch die Schläfe herab bis auf den Jochbogen — freiliegt und also der Electrode zugänglich ist (vgl. Taf.). Der Frontaliszweig entspringt gewöhnlich mit dem zu den Mm. attrahentes et attollens auriculae ziehenden Zweige gemeinsam aus einem grösseren Aste des N. facialis, wie auf der Tafel zu bemerken. Dass man durch Aufsetzen der Electrode auf den M. frontalis selbst eine Verkürzung desselben erzielen kann, ist selbstverständlich, jedoch fällt die Contraction lange nicht so vollständig und exact aus, und die aufgesetzte Electrode behindert nicht allein die freie Bewegung des Muskels und der Haut, sondern bewirkt auch ihrerseits Verschiebungen und Faltenbildungen in der Haut, welche den klaren Einblick in die Function des Stirnmuskels ungemein stören.

Durch die isolirte Contraction des Stirnmuskels wird die Haut der Stirne in horizontale, in der Mittellinie etwas nach unten eingebogene Falten gelegt, welche um so tiefer und zahlreicher ausfallen, je älter das Individuum ist, welche dagegen bei kindlichen Individuen sehr spärlich und flach hervortreten. Ausser der Querfaltung der Stirnhaut tritt eine Verziehung der Haut der Margines supraorbitales und der Glabella nach oben ein, sodass die Augenbrauen etwa in der Gegend der Arcus superciliares zu stehen kommen und die oberen Augenhöhlenränder fingerbreit von glatter haarloser Haut bedeckt erscheinen. Der durch diese Muskelaction hervorgebrachte mimische Ausdruck wechselt je nach der

Intensität der Reizung zwischen Aufmerksamkeit, Erstaunen und höchster Ueberraschung, jedoch bedarf der Ausdruck, um nicht fade zu erscheinen, der Mitwirkung anderer Gesichtsmuskeln, z. B. des M. zygom. major (freudiges Erstaunen) u. A.

M. corrugator supercilii ist ebenfalls der extramusculären Reizung zugänglich, da sich sein Facialiszweig (nicht selten existiren deren zwei) schon in ziemlich grosser Entfernung von dem Muskel isoliren lässt (vgl. Taf.). Bei der Nähe der zu dem M. orbicularis palpebr. ziehenden Nervenzweige, welche unmittelbar unter dem Corrugator-Aestchen hinlaufen, ist eine feine Electrode unentbehrlich.

Die Contraction des Corrugator bewirkt eine Abflachung und Depression der Augenbrauen und ihrer Basis nach innen und unten, sodass das Auge von oben und aussen her beschattet wird und im äussersten Falle die Augenbrauen das obere Augenlid bedecken. Gleichzeitig hebt die innere Zacke des Muskels den inneren Theil der Augenbrauen zur Stirne empor d. h. nach oben und innen, wodurch bei doppelseitiger Reizung die Haut auf der Glabella in vertikale Falten gelegt wird.

Der Corrugator vermittelt den Ausdruck des Nachdenkens, des Schmerzes und des Zorns.

M. orbicularis palpebrarum. Der oberflächliche Verlauf des motorischen Nerven gestattet, wie bei den Vorhergehenden, eine extramusculäre Reizung. Dieselbe kann entweder auf dem Jochbein oder selbst über dasselbe hinaus nach der Parotis zu geschehen (vgl. Taf.). In der Nähe des Augenhöhlenrandes zerfährt der Nerv gewöhnlich in einen oberen und einen unteren Zweig, welche der oberen und unteren Hälfte des Muskels entsprechen. Die Reizung des Nerven vor seiner Theilung schliesst das Auge fest und legt die Haut der Augenlider in zahlreiche Falten.

In der Nähe der Augenhöhle ist in Betreff der Stromstärke Vorsicht nöthig, da, wie oben bemerkt, schwache electrische Ströme bei manchen Individuen lebhafte Lichterscheinungen hervorrufen. Dies gilt jedoch weit weniger von den inducirten, als von den galvanischen Strömen. Schwache inducirte Ströme kann man ohne Nachtheil sogar auf Conjunctiva und Augen-

muskeln localisiren, jedoch ist diese Procedur sehr schmerzhaft und von Röthung der Conjunctiva und lebhafter Thränensecretion gefolgt.

Den **M. malaris** s. orbicularis malaris (Henle), zwei glatte, langausgezogene Muskelbündelchen, welche (nach Henle[1]) als ein Theil des M. orbicul. oculi) über dem Schläfenbogen von der Galea und von der Nasenwurzel entspringend, und in bogenförmigem Verlaufe sich kreuzend in der Haut der Wange sich inseriren, konnte ich mittelst eines schwachen Stromes meistentheils sehr schön zur Anschauung bringen. Das äussere stärkere Bündel, welches von der Galea entspringend und Fasern aus dem M. corrugator superc. aufnehmend ziemlich senkrecht über das Jochbein herabläuft, lässt sich auf dem letzteren (der Ort wechselt) durch zartes Anfsetzen der Electrode reizen; es legt durch seine Verkürzung die Schläfenhaut in der Nähe der Augenhöhle in feine Falten, welche nach dem äusseren Augenlidwinkel hin zusammenlaufen. Gewöhnlich wird hiebei die äussere Hälfte der Augenbrauen (weil ein Theil der Malarisfasern aus dem M. corrugator stammt) etwas herabgezogen und die Wangenhaut gehoben. Gleichzeitig verkürzt sich gewöhnlich auch das von der Nasenwurzel zur Wangenhaut herabziehende Bündelchen des M. malaris und bewirkt eine Verkürzung und Fältelung der Haut längs des unteren Orbitalrandes.

Die Contraction des äusseren Bündelchens verleiht dem Gesicht einen freundlichen, schalkhaften Ausdruck; sie ist eine fast constante Begleiterin der Contraction des M. zygomaticus major.

M. zygomaticus major ist ebenfalls der extramusculären Reizung zugänglich, jedoch ist eine isolirte Erregung seines Facialiszweiges nur in der nächsten Nähe des Muskelursprunges, am unteren äusseren Jochbeinrande (vergl. Taf.) ins Werk zu setzen, da weiter nach dem Stamme hin eine gleichzeitige Reizung des gewöhnlich von demselben Aste abtretenden Zweiges für den untern Theil des M. orbitalis, sowie weiterhin des für den Sphincter palpebr. bestimmten Zweiges nicht zu vermeiden ist.

Die Reizung des Zygomaticus-Zweiges gewinnt dadurch, dass das Jochbein dem Druck der Electrode eine sichere Basis bietet,

1) Henle, Anatomie des Menschen Bd. I, Heft 3. pg. 143.

ausserordentlich an Sicherheit; es wird dadurch bei der leicht bestimmbaren Lage des Nerven die Erregung des M. zygomaticus major die leichteste unter den Gesichtsmuskeln und dürfte selbst dem Ungeübten kaum misslingen.

Durch die Verkürzung des M. zygomat. major wird der Mundwinkel und der anstossende Theil der Oberlippe nach aussen und oben verzogen, und die Haut der Wange in tiefe, nicht parallel, sondern theils nach dem Nasenflügel, theils nach der Nasenwurzel zu bogenförmig verlaufende Falten gelegt. Wird gleichzeitig der oben erwähnte, zum M. orbicularis oculi (unterer Umfang) verlaufende Nervenzweig gereizt, wie dies bei manchen Individuen gar nicht zu umgehen ist, so wird ausserdem auch die Haut am untern Augenhöhlenrande in lange feine Falten gelegt, welche wie Radien nach dem inneren Augenwinkel zusammenlaufen.

Der M. zygomaticus major verleiht dem Gesicht den Ausdruck der Heiterkeit, welcher sich je nach der Intensität der Contraction vom zartesten Lächeln bis zum ausgelassensten Lachen, ja bis zur Carricatur steigern kann. Es concurriren übrigens bei dem Ausdrucke der Heiterkeit — wie schon oben bemerkt — der M. malaris und orbicular. oculi.

M. zygomaticus minor ist gewöhnlich isolirt zu erregen, jedoch — wie es mir scheint — meistentheils durch intramusculäre Faradisirung, da der M. zygomat. major die Eintrittsstelle seines motorischen Nerven deckt. Die zweckmässigste Stelle der Reizung ist (vergl. Taf.) der untere Rand des Jochbeins unmittelbar an dessen Verbindung mit dem Oberkieferbein. Die Reizung ist immer von lebhaftem Schmerze begleitet, weil man hier auf die Ausbreitungen des N. infraorbitalis trifft; die Wirkung ist Hebung der Oberlippe nach oben und etwas nach aussen.

Der mimische Ausdruck, den die Contraction des M. zygomaticus minor erzeugt, ist der der Missstimmung und des Schmerzes.

M. levator labii superioris proprius ist sowohl wegen seiner tiefen Lage als besonders wegen der excessiven Schmerzhaftigkeit der Reizung — der N. infraorbitalis breitet sich hinter dem Muskel aus — nicht immer mit Sicherheit zu isoliren. Er

hebt intramusculär gereizt (vergl. Taf.) die Oberlippenhälfte fast senkrecht in die Höhe und entblösst dadurch die Zähne.

Der mimische Ausdruck ist der einer weinerlichen Stimmung.

M. levator lab. super. alaeque nasi ist stets an der auf der Tafel angegebenen Stelle isolirt zu reizen, jedoch nur unter lebhaften Schmerzen Seitens der Ausbreitung des N. infraorbitalis, nasociliaris u. A. — Seine Wirkung ist wie der Name besagt, Hebung der Oberlippe und des Nasenflügels.

Der Muskel verleiht in der Verkürzung, wie der vorhergehende, dem Gesicht den Ausdruck der weinerlichen Stimmung, der Missstimmung (Muscle du pleurer et du pleurnicher, Duchenne); dieser Ausdruck wird aber bei zu intensiver Reizung leicht zur Grimasse.

M. compressor nasi et M. pyramidalis nasi. Diese beiden kleinen Muskeln können hier füglich zusammengefasst werden, da eine faradische Reizung an der auf der Tafel angegebenen Stelle eine gleichzeitige energische Contraction beider verursacht. Es zeigt sich alsdann eine Einfältelung der Nasenhaut auf der entsprechenden Seite in der Weise, dass die Falten parallel mit dem Nasenrücken verlaufen. Durch die Verkürzung des Pyramidalis wird ferner die Haut der Glabella durch Anspannung derselben nach unten geglättet, der innere Theil der Augenbrauen wird nach unten und innen gezogen und auf der Nasenwurzel entstehen einige kurze dicke Falten, kleinen Wülsten nicht unähnlich, welche bei doppelseitiger Reizung eine horizontale Richtung haben, bei einseitiger Reizung dagegen mehr eine schräge nach der gereizten Seite herabziehende Richtung besitzen.

Je nachdem man von der auf der Tafel bezeichneten Stelle aus mit der Electrode etwas hinauf oder herab rückt, kann man den Pyramidalis oder den Compressor nasi isolirt zur Contraction bringen.

Die Contraction des M. Compressor nasi verleiht nach Duchenne[1]) dem Antlitz den Ausdruck der Geilheit (Muscle de la

1) Mécanisme de la Physionomie humaine ou Analyse electro-physiologique de l'expression des passions. Album. Paris 1862.

lasciveté), welche Angabe ich zutreffend finde, während ich mit der Angabe desselben Autors, dass der Pyramidalis als „Muscle de l'agression, de la méchanceté“ fungire, nicht einverstanden bin.

Mm. dilatator narium anterior und **posterior** sind bei manchen Personen sehr kräftig, bei anderen dagegen schwach oder gar nicht entwickelt. Man reizt sie durch directes Aufsetzen auf ihre Substanz an den auf der Tafel bezeichneten Stellen, wobei eine kräftige Hebung des Nasenflügels und Erweiterung des Nasenloches nach aussen (M. dilatat. post.) oder eine schwächere nach der Medianlinie hin (M. dilatat. ant.) zu Tage tritt. Zuweilen fand ich den für diese kleinen Muskeln bestimmten Facialiszweig unmittelbar unter dem für den M. levator lab. sup. alaeque nasi bezeichneten motorischen Punkte, dessen Reizung alsdann eine gemeinsame Action beider Dilatatoren zur Folge hatte.

Die electrische Reizung aller genannten, an der Nase und in der Nähe des Foramen infraorbitale liegenden Muskeln ist, wie schon mehrfach erwähnt, überaus schmerzhaft durch den enormen Reichthum der Haut an Trigeminusfasern. Man bediene sich deshalb durchaus schwacher Ströme; man verhindert dadurch die störenden Mitbewegungen benachbarter Muskeln und kommt eher zum Ziele, als durch stärkere Ströme. Man findet übrigens bei der Exploration vieler Individuen manche, welche relativ unempfindlich und deshalb für die einschläglichen Studien sehr geeignet sind. Am instructivsten ist jedenfalls das Operiren an tief chloroformirten Personen, welches mir im Beginne meiner Untersuchungen sehr schätzbare Dienste geleistet hat.

M. orbicularis oris. Die Facialzweige dieses Ringmuskels treten von vier Seiten an denselben heran, nämlich auf jeder Gesichtshälfte je einer an die Ober- und Unterlippe. Man braucht also vier Electroden, um den Sphincter oris zur completen Verkürzung zu bringen. Die Nervenzweige sind nur ganz in der Nähe des äusseren Randes des Muskels zu isoliren, zuweilen gelingt es aber auch hier nicht, und man muss sich alsdann mit der directen Muskelreizung begnügen. Reizung eines Nerven hat fast immer nur die Verkürzung der entsprechenden Hälfte der einen Lippe zur Folge. Selten und nur bei stärkerem Strome breitet sich die Contraction auch auf einen Theil der Muskelfa-

sern der andern Lippenhälfte aus. Der Effect der faradischen Contraction des ganzen Sphincter oris ist Verkürzung der Lippen mit feiner Faltung der Haut und des rothen Lippensaums sowie Vorschiebung der zugespitzten Lippen. Ob hier eine Action der Mm. incisivi mit ins Spiel kommt, wage ich nicht zu entscheiden.

M. buccinator. Seine Nerven haben einen wandelbaren Verlauf und werden am besten am innern Rande des M. masseter aufgesucht; zuweilen freilich gelingt es schon an der Parotis dieselben zu reizen, jedoch werden alsdann die für den Sphincter oris stets mitbetroffen und man erhält eine gleichzeitige Verkürzung des Buccinator und der betreffenden Hälfte der Ober- und Unterlippe. Die Wange erscheint alsdann an die Zähne gepresst, die Haut derselben in vertikale Falten gelegt, die Ober- und Unterlippenhälfte verkürzt, an die Zähne gedrückt, erheblich nach der gereizten Seite hin verzogen.

Instructiver ist die Reizung des Buccinator von der Mundhöhle aus. Hier wird die Schleimhaut stark gefaltet, die Wange straff verkürzt und an die Zahnreihen gepresst.

M. triangularis menti erhält seinen Nervenzweig gewöhnlich aus einem Stämmchen, welches auch dem M. mentalis ein Aestchen sendet. So kommt es, dass man an der auf der Tafel als „Ram. communis pro Mm. triangulari et levatore menti" bezeichneten Stelle die Electrode aufsetzend beide genannten Muskeln gleichzeitig in Contraction versetzt. Der Nervenzweig des M. triangularis läuft nun von hier aus nach innen und etwas nach unten und lässt sich auf dieser kurzen Strecke bis zum äussern Rande seines Muskels (auf der Tafel als M. triangularis menti bezeichnet) isoliren. Man muss hiebei suchen, den Nerv gegen den Rand des Unterkiefers zu drücken, weil alsdann die Verkürzung am exactesten erfolgt.

Der M. triangularis zieht bei seiner Verkürzung den Mundwinkel und den äusseren Theil der Unterlippe nach unten und stark nach aussen, wodurch die Mundspalte bedeutend verbreitert, aber nicht geöffnet wird.

M. quadratus menti muss gewöhnlich direct gereizt werden, da es nur dann gelingt, seinen Facialzweig zu isoliren, wenn

zwischen Triangularis und Quadratus eine Lücke bleibt, in welcher der Nerv am Kieferrande isolirt werden kann. Nur sehr selten findet man den betreffenden Facialzweig nach aussen vom äussern Rande des Triangularis isolirt.

Der M. quadratus menti zieht die entsprechende Hälfte der Unterlippe nach unten und etwas nach aussen, und presst dieselbe dabei kräftig an die Zähne an. Diese Action verleiht beiderseits ausgeführt den Ausdruck des Hochmuthes, der Vornehmthuerei, und concurrirt hierin entschieden mit der Wirkung des M. levator menti.

M. levator menti lässt sich nicht selten auf extramusculärem Wege in Verkürzung setzen, da sein Nervenzweig nach der oben angeführten Trennung vom Nerv des M. triangularis sich eine kurze Strecke isolirt verfolgen lässt. Sicherer geht man durch directes Aufsetzen der Electrode auf die Muskelsubstanz am innern Rande des M. quadratus.

Führt man die Reizung des M. levator menti auf beiden Seiten durch 2 feine Electroden aus — bei manchen Personen genügt das Aufsetzen e i n e r Electrode auf der Mittellinie des Kinnes für beide Levatores — so wird durch die Verkürzung dieser kleinen, aber kräftigen Muskeln die Rundung des Kinnes abgeflacht und verbreitert, die Kinnhaut in die Höhe und die Unterlippe nach vorne geschoben, so zwar dass die letztere sich nach vorne überwölbt und den rothen Lippensaum in grösserer Ausdehnung präsentirt.

M. masseter und **M. temporalis** kann man wegen tiefen Eintritts ihrer motorischen Nerven (vom Ram. crotaphitico-buccinat. N. trigemini) nur durch intramusculäre Reizung in Contraction versetzen, indem man die Electrode auf die Muskelbäuche oberhalb des Eintrittes oder Verlaufes der motorischen Nerven aufsetzt. Für den M a s s e t e r ist die Incisura semilunaris zwischen Proc. coronoid. und condyloid. mandibulae als Eintrittsstelle des N. massetericus der geeignetste Ort. An dem M. t e m p o r a l i s ist die eine Electrode am hintern, die andere am vordern Abschnitte aufzusetzen, entsprechend dem Verlaufe des Ram. temporalis prof. anterior und posterior.

Der Effect der intramusculären Reizung — welche übrigens

auch schon durch eine mit grosser Schwammkappe versehene Electrode jederseits ausgeführt hinreichend kräftig ausfällt — ist bei geöffnetem Munde ein energisches Heranziehen des Unterkiefers an den Oberkiefer mit lautem Zähneklappen.

Von der Musculatur der **Mundhöhle** ist zunächst die **Zungenmusculatur** allseitig der directen Reizung zugänglich. Die Zunge, auf einer Seite gereizt, verkürzt und verbiegt sich nach dieser Seite hin. Reizt man die nach oben und hinten geschlagene Zunge an der untern Fläche, so wird sie mit grosser Vehemenz herabgeschlagen.

Das **Velum** lässt sich durch seitliche Reizung nur wenig verziehen, dagegen ist eine Verkürzung und Dislocation desselben nach hinten und oben durch mittelkräftige Ströme leicht herzustellen.

Der **M. azygos uvulae** lässt sich auf directem Wege reizen, indem man die feine Electrode gegen die Basis des Zäpfchens leise andrückt. Die Wirkung ist höchst überraschend und komisch. Die Uvula schnurrt in sich und nach oben dergestalt zusammen, dass an ihrer Stelle nur ein von Schleimhautfalten umsäumtes Knöpfchen (die Spitze der Uvula) am Rande des Velum übrig bleibt.

Hals.

Um sich mit den complicirten Lageverhältnissen der Nerven am Halse vertraut zu machen, thut man wohl, zuerst magere Erwachsene zu Versuchspersonen zu wählen, welche eine breite, nicht mit Fett oder Drüsengeschwülsten gefüllte Fossa supraclavicularis, und entweder gar kein Platysma oder doch nur ein schwach entwickeltes besitzen. Dem Kopfe gebe man eine Achtelsdrehung mit dem Gesicht nach der entgegengesetzten Seite zu und experimentire jedesmal genau bei derselben Stellung des Kopfes.

M. subcutaneus colli wird sowohl von Seiten des N. communicans faciei als auch des Plexus cervicalis innervirt. Man ist

deshalb genöthigt, um eine complete Contraction zu erzielen, die positive Electrode zu Hülfe zu nehmen. Die letztere wird alsdann für die vom 3. Cervicalnerven stammenden Nn. subcutanei colli (med. et inf.) verwandt, deren Verlauf wandelbar ist, deren Reizung aber am besten am innern Rande des M. sternocleidomastoid. (ungefähr in seiner Mitte, vergl. Taf.) vorgenommen wird. Die negative Electrode wird für die Rami subcutan. colli N. facialis (vgl. Taf.) verwerthet.

Der Effect, welcher bei manchen Individuen (wohl wegen gedrängter Lage der motorischen Nerven) besonders schön, bei andern dagegen viel weniger gut hervortritt, ist höchst eigenthümlich. Der Hautmuskel stellt nämlich in verkürztem Zustande eine Ebene her zwischen dem Unterkieferrande und dem oberen Theile der Brustwand mit nach aussen und unten herablaufenden Furchen. Zugleich wird durch die in der Unterlippe endenden Fasern des Platysma — der M. quadratus menti ist im Grunde nur eine Fortsetzung oder ein accessorischer Bauch des Subcutan. colli — die Unterlippe nach aussen herabgezogen, so zwar dass bei intensiver Reizung die Zähne entblösst werden.

Die Angabe von Duchenne, dass der Subcutaneus colli bei grossen Gemüthsaffecten, Wuth, Schrecken, Entsetzen u. s. w. mit anderen Affect-Muskeln gleichzeitig contrahirt werde, erscheint zutreffend, wenn man zu der beiderseitigen Reizung des Platysma gleichzeitig auch die Reizung der Mm. frontales oder corrugatores supercill. hinzufügt.

Der **Nerv. accessorius Willisii** (Ram. extern.) ist stets und selbst für Ungeübte mit grosser Leichtigkeit zu isoliren, da er nach seinem Austritte hinter dem sternocleidomastoideus — also nach Abgabe der für denselben bestimmten Aeste — auf seinem ganzen Verlaufe zu M. cucullaris oberflächlich gelegen ist (vergl. Taf.). Seine Reizung oberhalb des Abgangs der Kopfnickeräste bietet ebenfalls keine Schwierigkeiten, und hat auf der Mitte der oberen Hälfte des M. sternomast. durch kräftiges Eindrücken in die Dicke des Muskelbauches zu geschehen (vergl. Taf.). Wenn diese Stelle nicht anspricht, thut man gut, die Electrode hinter den Bauch des Muskels vom äussern Rande her in der angegebenen Höhe einzuschieben. Der Effect der Faradisirung des

Nerven an diesen Stellen ist selbst beim Gebrauch einer feinen Electrode ein ausgezeichnet präciser und besteht in einer gleichzeitigen Verkürzung des Kopfnickers und des Cucullaris. Die Halswirbelsäule wird gebeugt, der Unterkiefer vorgeschoben, zugleich aber der Kopf so um seine Axe gedreht, dass das Gesicht nach der der gereizten Stelle entgegengesetzten Seite zu stehen kommt. Daneben wird die Schulter stark gehoben und nach hinten und innen gezogen.

M. sternocleidomastoideus lässt sich durch Reizung der Accessorius-Aeste allein in kräftige Contraction versetzen, indem man von der oben bezeichneten Reizungsstelle des Acessorius-Stammes mit der Electrode etwas herunterrückt. Schon bei schwachen Strömen erhält man von hier aus eine kräftige Contraction.

Will man auch die aus dem Plex. cervicalis zum Kopfnicker tretenden Aeste mit demselben Strome reizen, so drückt man die positive Electrode $^1/_2''$ unter der ersten hinter oder auf den Muskelbauch (vergl. Taf.). Diese letzte Procedur ist indessen — abgesehen davon, dass die Cervicaläste ziemlich unwesentlich für die complete Verkürzung sind — nicht sehr zu empfehlen, weil hierbei meist eine Reizung des N. auricularis magnus und der Nn. cervicales superficiales (N. cerv. III.), da wo sie sich um den äusseren Rand des Kopfnickers herumschlagen, nicht zu vermeiden ist. Die beiderseitige Contraction des Kopfnickers bewirkt nicht ein einfaches „Kopfnicken" d. h. eine Annäherung des Kinnes an das Brustbein, sondern vielmehr eine Vorschiebung des Gesichts mit erhobenem Kinne neben starker Beugung der Halswirbelsäule.

Der **M. cucullaris** erlangt schon durch schwache Reizung des Endastes des N. accessorius, welcher sich in ihm ausbreitet, einen hohen Grad von Verkürzung. Wegen seiner oberflächlichen Lage ist der Nerv überaus leicht erregbar und man thut deshalb im Anfange wohl, die für das Operiren an den Gesichtsmuskeln benutzte Stromstärke in Anwendung zu ziehen, was sich übrigens auch wegen der schwer zu vermeidenden und sehr schmerzhaften Läsion des N. auricularis magnus sehr empfiehlt.

Die Contraction des M. cucullaris wird noch vervollständigt, wenn man gleichzeitig mit der positiven Electrode den circa $^1/_2''$

unter dem N. accessorius in den Muskel eintretenden Cervicalast reizt. Es erfolgt nun entweder eine Erhebung der Schulter nach hinten oben mit Heranziehung der Scapula an die Wirbelsäule, oder ein Herabziehen des Kopfes nach hinten und aussen, oder endlich beide Bewegungen gleichzeitig, je nachdem Kopf oder Schulter durch die entsprechenden Antagonisten des Cucullaris mehr oder weniger in ihrer Stellung fixirt werden — nicht aber, wie Remak meint, je nachdem man die zweite Electrode am Kopfende oder am Schulterende des Muskels belässt. Die zweite Electrode ist hierbei ohne Belang. Sie bewirkt nur, dass die Muskelportion, auf der sie aufsteht, sich kräftiger contrahirt, als die andere blos extramusculär gereizte — aus Gründen, die oben erörtert sind. Zur Erforschung der physiologischen Wirkung des auf den Accessorius ausgeübten Reizes kann das Aufsetzen der negativen Electrode auf den Muskel selbst überhaupt nur störend sein. Am schmerzlosesten geschieht übrigens die Reizung des Accessorius in der Nähe des Cucullar-Randes, weil hier keine sensiblen Nerven von Erheblichkeit zu verletzen sind. Weiter aufwärts nach dem Centrum hin trifft man nicht weit von der Austrittsstelle am Kopfnicker den N. occipitalis minor (N. cervic. III.), welcher hier den Accessorius kreuzt.

Dicht unterhalb des N. accessorius Willisii verläuft der aus dem vierten Cervical-Nerven stammende Ast für den **M. levator anguli scapulae** (vergl. Taf.). Isolirte Erregung desselben, welche nur mit einer ganz feinen Electrode auszuführen, setzt eine Erhebung der Scapula, vorzüglich des inneren Winkels nach oben innen und gleichzeitig nach vorne, während das Acromion durch das Gewicht des Arms und die Action der Antagonisten fixirt, fast gar nicht an der Erhebung Theil nimmt. Dass die Contraction des Angularis scap. übrigens hierbei eine isolirte ist, kann man deutlich mit den Fingerspitzen fühlen. Die seichte Vertiefung oberhalb und unterhalb der Clavicula wird in tiefe Gruben verwandelt, zwischen denen das Schlüsselbein so stark hervorspringt, dass man es umgreifen kann. Es erhellt hieraus, dass die Angabe der Anatomen, als erhebe der Levat. angul. scapul. die ganze Schulter und bewirke das Achselzucken (Musc. patientiae), nur in sehr beschränkter Weise richtig ist, da die Erhebung

des Acromial-Endes der Scapula der Clavicular-Portion des Pectoralis major, dem M. serratus anticus und dem M. cucullaris zuzuschreiben ist, der Lev. ang. scap. dagegen nur die Erhebung des inneren Winkels nach oben innen und vorne vermittelt.

Der **Nerv. hypoglossus** ist dicht über dem grossen Zungenbeinhorne vor dem M. hyoglossus zu erreichen. Der Total-Effect, welchen die Reizung des Hypogloss. hervorruft, ist mir nicht ganz klar geworden. Einigemale bemerkte ich eine deutliche Erhebung der Zunge in toto gegen den harten Gaumen. Anderemale war dies nicht deutlich. Uebrigens ist auch eine gleichzeitige Reizung des M. hyogloss. und anderer Muskeln unvermeidlich.

Eine Reizung der **Ansa N. hypoglossi** wird durch den sie bedeckenden Kopfnicker verhindert, dagegen sind ihre Zweige am inneren Rande des letzteren leicht zu erreichen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein stark entwickeltes Platysma die Untersuchung ausserordentlich stört, wenn nicht ganz unmöglich macht. Meine Angaben stützen sich zum Theil auf die faradische Exploration von Individuen, denen das Platysma ganz fehlt.

Der Zweig des **M. omohyoideus**, welcher an der Sehne entlang auch zum unteren Bauche läuft, lässt sich am inneren Rande des Kopfnickers reizen (vergl. Taf.). Das Zungenbein wird mit seinen Annexen nach aussen herabgezogen, wobei der Muskelbauch des M. omohyoid. in der Fossa supraclavicul. deutlich hervorspringt und etwas nach oben rückt.

Auch eine Reizung des unteren Bauches, welche durch das von den Sehnen des Sternocleidomastoideus gebildete Dreieck (vergl. Taf.) oder nach aussen von dem Orte der Phrenicus-Reizung leicht gelingt, setzt denselben Effect.

Der **M. sternothyreoideus** und **M. hyothyreoideus**, deren äussere Ränder von dem Sternocleidomastoideus nicht ganz bedeckt werden, gestatten zuweilen Reizung ihrer Zweige, jedenfalls aber directe Reizung der Muskelsubstanz. Ihre Wirkung liegt auf der Hand.

Der Zweig des **M. sternohyoideus**, welcher von der Ansa Hypogloss. ziemlich senkrecht abtritt und am unteren Ende des

Muskels eintritt, lässt sich bei Viertels-Drehung des Kopfes am besten durch die Lücke zwischen den beiden Ursprungsportionen des M. sternocleidomastoid. erreichen (vergl. Taf.).

Der **N. phrenicus** ist am äusseren Rande des Kopfnickers vor dem M. scalenus antic., oberhalb des M. omohyoideus, zu finden. Man suche ihn nicht zu tief und drücke die Electrode sanft gegen den äusseren Rand des Sternocleidomastoideus hinein. Gelangt man mit der Electrodenspitze zu hoch, so trifft diese den N. cervicalis quintus, welcher mit dem Phrenicus gewissermassen einen spitzen Winkel bildet. Man gehe nach oben mit der Electrode nicht über die Mitte des Muskels hinaus, sondern halte sich in der Nähe des M. omohyoid., dessen Lage man ja sehr leicht faradisch feststellen kann. Mit einer feinen Electrode den N. phrenicus zu isoliren hat seine Schwierigkeiten, weil dieselbe an dem rundlichen Bauche des M. scalenus anticus, an dessen vorderen Fläche der Phrenicus heruntersteigt, leicht zur Seite abgleitet. Für Anfänger, welche die Phrenicus-Reizung behufs künstlicher Respiration ausführen wollen, empfiehlt sich aus diesen, wie aus weiterhin anzuführenden Gründen die Anwendung stärkerer Electroden mit grösseren Schwammkappen.

Die Electroden müssen kräftig eingedrückt werden und zwar in schräger Richtung von aussen nach innen. Beweis dafür, dass der Phrenicus getroffen, ist die rapide Contraction des Zwerchfells, die Vorwölbung des Bauches und das gewaltsame Einstürzen der Luft durch die Glottis in die Luftröhre, welches mit einem dem Schluchzen weinender Kinder täuschend ähnlichen Geräusch verbunden ist. Unzweifelhaft liegt der Grund dieses Geräusches in plötzlichen Schwingungen der Stimmbänder, welche bei der unvorbereiteten tiefen Inspirationsbewegung nicht aus dem Wege geschafft sind. Die Versuchspersonen beschreiben bei beiderseitiger Reizung des Phrenicus eine Empfindung, „wie wenn ihnen plötzlich der Athem ausbliebe," auch markiren manche Personen eine Empfindung von der plötzlichen Contraction des Zwerchfells als ein „Reissen" oder „Stossen" im Unterleibe in der Gegend der Zwerchfellsursprünge. Lässt man, nachdem man die Electroden bei offener Kette beiderseits auf die Phrenici aufgesetzt hat, von der Versuchsperson einen hohen

Ton singen und schliesst inzwischen unversehens die Kette am Apparate, so wird der exspiratorische Sington plötzlich mit einem kurzen, unreinen Inspirationston abgebrochen. Dies wiederholt sich bei jedem Versuche.

Der Strom, welchen man für die Reizung der Phrenici verwendet, muss ziemlich kräftig sein; jedenfalls muss man die Stromstärke so lange steigern, bis man eine deutliche Einwirkung auf die Zwerchfellsnerven beobachtet.

Gefahr bringt weder die einseitige noch die beiderseitige Phrenicus-Reizung mit sich. Ich habe dieselbe so oft und bei so verschiedenen Personen gereizt, dass ich jedes Bedenken gegen diese Procedur als ungerechtfertigt bezeichnen kann. Dieselbe hinterlässt übrigens weder Schmerz noch sonst irgend welche Empfindung bei den Versuchspersonen.

Ich schliesse hieran eine gesonderte Darstellung der künstlichen Respiration durch rhythmische Faradisirung der Nn. phrenici und ihrer Genossen bei Asphyxien, sowohl der Entwicklungsgeschichte und des gegenwärtigen Standes der Frage, als der praktischen Ausführung des Verfahrens und seiner Schwierigkeiten.

Künstliche Respiration bei Asphyktischen durch rhythmische Faradisirung der Nervi phrenici und ihrer Genossen.

Der Gedanke, die auf ein Minimum reducirte oder ganz erloschene Respiration durch Reizungen der Phrenici wieder anzuregen, wenn anders die Möglichkeit der Erhaltung des Lebens überhaupt vorhanden, insbesondere bei Zuständen von Scheintod, welche auf einer Störung des Athmungsprocesses beruhten, ist schon ziemlich alt. Hufeland[1]) war, wie es scheint, der Erste, der das Zwerchfell und seine Nerven als besonders wichtig für die Anbringung von Reizen bei Wiederbelebungsversuchen an scheintodten Kindern bezeichnete. Eine Reizung des Zwerch-

1) De usu vir. electr. in asphyxia. Dissertat. inaug. Götting. 1783.

felles sollte durch Ansetzen des einen Pols auf die Halswirbel, des anderen auf die Herzgrube erzielt werden, und zwar lag diesem, nach unseren jetzigen Begriffen allerdings sehr unvollkommenen Verfahren entschieden schon die Absicht der Phrenicus-Reizung zu Grunde, da Hufeland hinzufügt „ut iter nervi phrenici sequamur.“ Von Seite Hufelands scheint es übrigens bei dem Vorschlage geblieben zu sein. Nach ihm hat Marshall Hall [1]) ebenfalls dringend gerathen, beim Scheintode Neugeborner „galvanische oder electrische Strömungen von der Seite des Halses nach der Magengrube hin, oder in der Richtung irgend eines motorischen Athmungsnerven und der betreffenden Muskeln wirken zu lassen.“ Es geht aus diesen Worten ebensowenig wie aus vorhergehenden oder nachfolgenden hervor, ob dieselben nur einen Vorschlag M. Hall's ausdrücken, oder ob dieser Gedanke von ihm zur Ausführung gebracht ist. Jedenfalls hat Scholz [2]) diese Vorschläge praktisch zu verwerthen versucht und ist, wenn auch vermöge seiner mangelhaften Methode auf einem ganz anderen Wege, als er beabsichtigte, zu günstigen Resultaten gelangt. Scholz setzte bei seinen Wiederbelebungsversuchen an scheintodten Kindern nach dem Vorschlage von Hufeland und M. Hall den einen Pol des electrischen Apparates auf die Halswirbel auf, während der andere bald über den Ansätzen des Zwerchfells, bald über der Herzspitze hin- und hergeschoben wurde. Dass durch dieses Verfahren eine Contraction des Zwerchfells zu Stande gebracht sei, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, da der Phrenicus nicht direct unter die Electrode gebracht wurde und das Aufsetzen des Stromgeber über den Zwerchfellsansätzen nach meinen Versuchen für die Musculatur des Zwerchfells ganz gleichgültig ist, da der Strom nicht bis auf dieselbe eindringt. Es handelt sich bei Scholz's Versuchen also nur um eine electrocutane Reizung, welche bei Asphyxien freilich ein nicht zu verachtendes Hülfsmittel zur reflectorischen Anregung der Athmungsmuskeln ist, allein mit der durch rhythmische Reizung der Nn. phrenici unter-

1) Krankheiten des Nervensystems. Deutsch v. Wallach. Leipz. 1842. pap. 171.

2) Günsburgs Zeitschrift für klin. Medicin. Bd. II. p. 16 ff.

haltenen künstlichen Respiration nicht in Vergleich gesetzt werden kann.

Auch Duchenne zog im Beginne seiner Studien ebenfalls die electrocutane Reizung mehrmals bei Asphyxien in Anwendung [1]), brachte jedoch im Jahre 1855 [2]), gestützt auf Versuche an Thieren, welche durch Chloroform asphyktisch gemacht waren, die localisirte Faradisirung der Nn. phrenici als die am meisten versprechende Methode in Vorschlag. Seine Schlusssätze lauten:

„L'électricité, employée comme excitant général du système nerveux, peut sauver l'animal, si la respiration est seulement suspendue; elle n'est impuissante que lorsque le coeur a cessé de battre.

„La respiration artificielle, produite par la faradisation des nerfs phréniques, qui imite parfaitement la respiration naturelle, fait pénétrer l'air dans les parties les plus intimes du poumon, en vertu du vide virtuel qu'elle y produit, et cela avec d'autant plus de force, et en quantité d'autant plus grande, qu'on excite plus énergiquement la contraction du diaphragme. — Cette respiration artificielle peut, comme l'insufflation, rappeler les animaux à la vie, alors même que le coeur a cessé de battre. — Elle est simple et facile à pratiquer. — Il n'existe aucune raison pour lui préférer l'insufflation dans le traitement de l'intoxication chloroformique."

Den factischen Beweis der Wirksamkeit des Verfahrens der directen Phrenicus-Reizung am Menschen hat Duchenne bisher nicht gebracht; es liegt keine Beobachtung von ihm vor, welche beweist, dass er die localisirte rhythmische Faradisirung der Phrenici bei asphyktischen Menschen überhaupt in Anwendung gebracht habe.

Der erste Versuch am Menschen ist im Jahre 1856 von mir angestellt und im Jahre 1857 [3]) veröffentlicht. Die künstliche Unterhaltung der Respiration war in diesem Falle von günstigem Erfolge. Ich will den Fall hier ausführlicher mittheilen:

Asphyxie durch Kohlendunst.

M. H., Dienstmagd, 27 Jahre alt, wurde am 20. Novemb. 1856 Morgens 6½ Uhr, durch Kohlendunst asphyktisch, in ihrem Bette gefunden.

1) vergl. Electris. localisée. Ed. II. p. 738 ff.

2) Union médic. 29. und 31. März 1855.

3) In der ersten Auflage dieser Schrift pg. 49.

Die von Prof. Pohl, dem Hausarzte der Familie, sofort angestellten Wiederbelebungsversuche waren insofern fruchtlos zu nennen, als die Respiration trotz der energischsten äusseren Reizungen nicht in Gang gebracht wurde. Mit dem Aufhören der Reizungen der Haut sank die Respiration sofort fast auf Null, und der Puls verschwand; die Wirksamkeit der äusseren Reizmittel nahm dabei ab, während das tracheale Rasseln allmälig immer reichlicher, die Haut blässer, die Temperatur an den Extremitäten niedriger wurde.

Um 8 Uhr begann ich die rhythmische Reizung der Phrenici mittelst stabförmiger mit dicken Schwammkappen versehener Electroden. Der Erfolg zeigte sich augenblicklich in der Erweiterung des Thorax, in dem Eintreten von Husten, bald aber auch in schwacher Röthung der Wangen und Wärmerwerden der Extremitäten. Die rhythmische Reizung wurde immer mehre Minuten lang gleichmässig fortgesetzt, dann kurze Pausen gemacht, in denen Hautreize aller Art (Frottiren der Extremitäten, Anspritzen mit Eiswasser etc.) angewendet wurden. Schon von 10 Uhr an konnten längere Pausen von $1/2$ — 1 Stunde Dauer eintreten und Abends 7 Uhr konnte die Respiration als vollständig geregelt angesehen und der Inductionsapparat bei Seite gesetzt werden.

Die Patientin wurde am Abende des nächsten Tages aus dem Krankenhause als genesen entlassen.

Die 2. Beobachtung über die Wirksamkeit der faradischen Respiration bei Asphyktischen ist von Friedberg [1]) in einem Falle von Chloroformasphyxie gemacht. Bei der geringen Zahl der überhaupt vorliegenden Beobachtungen halte ich es für nothwendig, die Geschichte des Falles wortgetreu nach Friedberg mitzutheilen.

Chloroformasphyxie. Künstliche Respiration durch Faradisation des Zwerchfells und durch methodische Compression des Bauches.

Otto Krause, 4 Jahre alt, aus Berlin, wurde wegen einer Balggeschwulst (Ectasia follic. Meibom.) des linken unteren Augenlides am 7. Mai 1858 in meine Klinik aufgenommen. Nach vergeblicher Anwendung zertheilender Topica sollte die Geschwulst am 15. Mai exstirpirt werden. Der Knabe athmete vor der Operation das vor Mund und Nase gehaltene Chloroform ein, welches in der Quantität von höchstens einer Drachme auf einen an eine leinene Compresse gehefteten Schwamm geschüttet war. Während der Inhalation wandte ich mich zu dem Praktikanten, der die Ope-

1) Virchows Archiv 1859. Bd. XVI. p. 527 ff.

ration ausführen sollte, um ihm noch einige Anweisungen zu geben. Ich mochte höchstens zwei Minuten meine Aufmerksamkeit dem Kinde entzogen haben, als ich wieder nach ihm sah und eine plötzlich eintretende Veränderung seines Gesichtes wahrnahm. Gleichzeitig bemerkte mein Assistent, dass der Puls soeben sehr klein geworden sei. Ich hörte nur noch eine einzige, kurze, rasselnde Inspiration, nach welcher das Athmen ausblieb. Das Gesicht war livid, das Auge gebrochen, die Zungenspitze gegen die an einander gedrängten Zahnreihen gepresst; die Glieder waren erschlafft. Das Kind wurde rasch aufgerichtet, bei geöffneten Fenstern mit kaltem Wasser auf Gesicht und Brust besprengt, während Liquor Ammon. caust. ihm vor die Nase gehalten wurde. Ich führte rasch einen kleinen Schwamm über die Epiglottis hin nach dem Kehlkopfe, theils um den etwa hier angesammelten Schleim zu entfernen, hauptsächlich aber, um die Schleimhaut zu reizen und Husten zu provociren. Während dessen wurde der Thorax bald durch Frottiren, bald durch jähes Anschlagen mit einer in kaltes Wasser getauchten Compresse zu Inspirationsbewegungen angeregt. Diese Wiederbelebungsversuche mochten etwa 2 — 3 Minuten angehalten haben, als eine weitere Veränderung in dem Befinden des Knaben sich bemerklich machte. Der Puls verschwand gänzlich, die Gesichtsfarbe war jetzt blass, die Züge wie die einer Leiche, der Unterkiefer hing herunter. Als man die Lider von einander entfernte, um die Pupille zu inspiciren, blieb die Lidspalte offen; die Pupille war erweitert. Da alle angewandten Reizmittel, in Folge der Intensität der Chloroformanästhesie, ohne Wirkung blieben und das entfliehende Leben nicht aufhielten, schritt ich sofort zu der künstlichen Respiration, die ja erfahrungsmässig im Stande ist, die erlöschende Energie des Herzens dermassen zu steigern, dass es eine zur Lebenserhaltung ausreichende Thätigkeit wieder entfalten kann. Mit dem Einblasen von Luft durch die Mundhöhle mochte ich mich nicht aufhalten, denn diese Procedur ist immerhin eine unsichere, weil man nicht wissen kann, ob das ganze eingeblasene Luftquantum in den Magen gepumpt werde.

Bei weitem zuverlässiger ist die methodische Compression des Bauches, welche auch bei Otto Krause ausgeführt wurde. Während ein Gehülfe mit beiden flach aufgedrückten Händen den Unterleib des in der Rückenlage befindlichen Knaben unterhalb des Nabels comprimirte, um das Ausweichen des Bauchinhaltes nach unten zu verhüten, drängte ich mit beiden Händen oberhalb des Nabels den Bauchinhalt dergestalt gegen das Zwerchfell hinauf, dass es möglichst rasch und kräftig in die Brusthöhle emporstieg. Die hierdurch bewirkte theilweise Entleerung der Lunge verrieth sich durch ein deutlich vernehmbares Geräusch, welches die austretende Luft verursachte. Sofort wurden die Hände von dem Abdomen zurückgezogen, um diejenige Erweiterung des Brustraumes und der Lunge eintreten zu lassen, welche dem Einströmen der atmosphärischen Luft in die Luftwege Vorschub zu leisten geeignet ist. Nach dem Rhythmus des natürlichen Athmens wurde die Procedur ungefähr 3 Minuten lang fortgesetzt, ohne dass ein Erfolg ersichtlich war. Sie liess eine vollkommene Er-

schlaffung des Zwerchfelles erkennen, denn bei der geschilderten Compression stiess man durchaus nicht auf ein Hinderniss, wie es von der natürlichen Spannkraft des Zwerchfelles hätte dargeboten werden müssen, ebenso wenig bemerkte man in dem der Inspiration zugewiesenen Zeitraume die von der Contraction dieses Muskels sonst hervorgerufene Wölbung des Epigastrium.

Ich schritt nun zu der Faradisation des Zwerchfells, um es zu Contractionen zu veranlassen. Der eine Stromgeber des du Bois-Reymond'schen Inductionsapparates wurde auf den Nervus phrenicus (da, wo der M. omohyoideus an dem äusseren Rande des Sternocleidomastoideus liegt) und der andere Stromgeber an die Seitenwand des Thorax, im siebenten Intercostalraume, angesetzt; der zuletzt bezeichnete Stromgeber wurde möglichst tief gegen das Zwerchfell hineingedrängt. Diese Faradisation geschah bald rechterseits, bald linkerseits, die Kette blieb jedes Mal so lange geschlossen, als eine tiefe Inspiration währt. Der Strom war 10 Mal unterbrochen worden, als die auf eine Contraction des Zwerchfells hinweisende Wölbung des Bauches sich einstellte, zuerst anscheinend nur auf der eben faradisirten Seite, sehr bald aber deutlich über die ganze Oberbauchgegend hin, und zwar mit einem kurzen Schluchzen verbunden. Als der Strom jetzt versuchsweise unterbrochen wurde, führte das Kind zu unserer Freude die erste spontane Inspiration aus, zwar schwach, aber doch deutlich wahrnehmbar. Eine zweite und dritte Inspiration erfolgte, ohne dass der Inductionsstrom weiter angewandt wurde. Nach der dritten Inspiration röthete sich das Gesicht plötzlich und vorübergehend, und der Radialpuls wurde fühlbar. Ich glaubte nun den Inductionsstrom entbehren zu können und das Kind versuchsweise sich selbst überlassen zu dürfen. Aber das Athmen und die Herzcontractionen wurden sofort schwächer und drohten wieder aufzuhören. In der Ueberzeugung, dass jetzt Alles auf eine möglichst ergiebige Austreibung des von dem Blute an die Lungenbläschen abgegebenen Chloroformgases ankam, wandte ich ohne weiteren Verzug die methodische Compression des Bauches von Neuem an, welche auch zur Unterhaltung des Athmens vollkommen ausreichte. Ein unverkennbarer Unterschied gegen die frühere Vornahme der Compression zeigte sich sofort in dem Widerstande, den diese jetzt von der Spannkraft des Zwerchfelles erfuhr. Der Versuch, die Compression auszusetzen, hatte übrigens noch nach 10 Minuten ein bedrohliches Schwächerwerden der Respiration und des Pulses zur Folge. Ich fuhr deshalb, — während zur Beseitigung der Anästhesie und zur Erweckung von Reflexactionen die Extremitäten frottirt, Gesicht und Brust mit kaltem Wasser besprengt und Salmiakgeist vor Mund und Nase gehalten wurde, — mit der Compression so lange fort, bis bei dem Aussetzen derselben Puls und Respiration die gehörige Energie zeigten. Von dem Beginne der Asphyxie bis zu diesem Augenblicke waren 20 Minuten vergangen. Erst jetzt war die Anästhesie so weit gewichen, dass auf das Besprengen des Gesichts mit kaltem Wasser der Mund sich verzog, und auf das Vorhalten von Salmiakgeist Husten erfolgte. Das

Kind schlug die Augen auf, dic einen natürlichen Ausdruck hatten, das Gesicht nahm die normalc Färbung an und das Kind begann zu schreicn. Es war jctzt so weit hergestellt, dass die Exstirpation der Lidgeschwulst ausgeführt werdcn konnte.

Gleich nach der Operation verrieth das Kind klares Bewusstsein, schlief aber alsbald ein. Als es nach ciner Stunde erwachte, fühltc es sich ganz wohl. Eine weitere Nachwirkung des Chloroforms verrieth sich nicht.

Ausser diesen mitgetheilten 2 Fällen sind seitdem von mir noch 3 Beobachtungen von günstiger Wirkung der faradischen Respiration veröffentlicht, welche bei einer Leuchtgasvergiftung, einer Kohlendunstvergiftung und einer Erstarrung durch Kälte mit Alkoholintoxication angestellt wurden [1]. Auch diese Beobachtungen mögen in Kürze mitgetheilt werden.

Asphyxie durch Leuchtgas.

E. S., 23 Jahre alt, trat am 30. September 1859 Abends 9 Uhr als Köchin in das Greifswalder Universitäts-Krankenhaus ein, und erhiclt vorläufig ein kleines Privatkrankenzimmer angewiesen. Ermüdet von langcr Reisc ging E. S. sofort zur Ruhe, nachdem sie die in dem Zimmer brennende Gasflamme ausgelöscht hatte, ohne jedoch den Hahn zu schliessen. Als das Zimmer am nächsten Morgen um 8½ Uhr noch verschlossen war, auch auf lebhaftes Klopfen keine Antwort erfolgte, wurde die Thür erbrochen. Die Atmosphäre in dem Zimmer war mit Leuchtgas überladen, E. S. lag auf ihrem Bette mit fast erloschener Respiration, pulslos, mit blasser Haut und Schleimhaut und völlig erschlaffter Muskulatur. Nach sofortiger Translocation der Pat. in ein lecrcs Zimmer wurden bei geöffneten Fenstern kalte Uebergiessungen und Anspritzungen in einer Badewanne angestellt, die Haut stark frottirt und die rhythmische Comprcssion des Bauches vorgenommen. Durch diese Proceduren wurde die Respiration zwar für den Augenblick etwas angeregt, allein sie blieb durchaus unregelmässig und oberflächlich, und sank mit dem Nachlasse der Reizungcn rasch wieder auf ein beunruhigendes Minimum herab.

Um 9 Uhr begann ich die künstliche Respiration durch faradische Reizung der beiden Nervi phrenici und ihrer Genossen. Der Effect der ersten Application der Electroden war im Vergleiche mit den durchaus ungenügcnden Resultaten der bisherigen Belcbungsversuche ein höchst imponirender. Dcr Thorax hob sich unter starker Erweitcrung nach oben, währcnd gleichzeitig eine deutliche Vorwölbung der Oberbauchgcgend die

1) Greifswalder mcdicin. Beiträge Bd. I, p. 292 u. Bd. II, p. 117 ff.

Contraction des Zwerchfelles anzeigte. Die Ausathmung wurde jedesmal sofort nach dem Oeffnen der Kette von einem Gehülfen durch kräftiges Hinaufdrängen des Bauchinhaltes gegen das Zwerchfell unterstützt.

Bei der dritten faradischen Inspiration trat Husten von kurzer Dauer ein, welcher reichliches Secret in den Bronchien bewegte, aber nicht heraufschaffte. Bei den ferneren Reizungen wurde der Husten stärker und erfolgreicher, die Wangen rötheten sich leicht, der Puls wurde voller.

Wiederholt konnten wir im Anfang beobachten, dass, wenn die Reizung der Inspirations-Nerven einige Minuten ausgesetzt wurde, die Haut mehr und mehr erblasste, die Respiration allmälig wieder langsam, oberflächlich und unregelmässig, der Puls klein und träge wurde. Mit dem Wiederbeginn der Faradisirung stellten sich aber schnell kräftige Athembewegungen, sowie Aufbesserung der Pulswelle und der Gesichtsfarbe wieder ein.

Nach einstündiger Faradisirung war die Respiration so weit geregelt, dass grössere Pausen gerechtfertigt erschienen. Gegen Mittag konnte der Inductionsapparat ganz in Ruhe gesetzt werden. Nachmittags 4 Uhr war die Kranke vollkommen bei Besinnung, klagte über heftigen Kopfschmerz, Uebelkeit und grosse Schwäche. Am nächsten Morgen bestand nur noch ein dumpfer Kopfschmerz, Appetitlosigkeit und Abgeschlagenheit, und auch diese Erscheinungen waren am 3. Tage verschwunden.

Kohlendunstvergiftung. Wiederherstellung der Respiration durch faradische und andere Reizungen. 3 Tage später Tod durch Diphtheritis laryngo-pharyng., Coli et Recti.

Frau Oske, 40 Jahre alt, wurde am 12. Januar 1863 Morgens nebst ihrem Manne und 2 Kindern in ihrem Schlafzimmer durch Kohlendunst vergiftet gefunden, und um 10 Uhr ins Universitäts-Krankenhaus zu Greifswald aufgenommen. Mit ihr wurde der 5jährige Knabe als Leiche, das 4jährige Mädchen jedoch sowie der 30jährige Mann lebend und nur mit starker Benommenheit des Sensoriums hereingebracht, welche letztere nach einigen Stunden ruhigen Schlafes in einem grossen wohlgelüfteten Saale bei beiden vollständig verschwunden war.

Frau Oske selbst, eine schlechtgenährte Person mit schlaffer Musculatur und schmutzig-grauen Hautdecken, verharrt noch um 10 Uhr in tiefster Narcose. Der Körper ist kalt, die Glieder völlig erschlafft, Puls nicht wahrnehmbar, Pupillen beiderseits gleichmässig erweitert, Mund krampfhaft geschlossen, Respiration ganz oberflächlich und unregelmässig, von reichlichem inspiratorischen Rasseln begleitet (circa 44 Athemzüge in der Minute).

Ein Aderlass liefert 8 Unzen sehr dunklen Blutes. Eisblase auf den Kopf. Frottirung der Körperoberfläche mit Essigtüchern. Kaffee mit Aether eingeflösst. Regelmässige rhythmische Reizungen der Inspirationsnerven mittelst des Inductionsapparates.

Mittags 11 Uhr (1 Stunde nach dem Beginn der Behandlung) Temperatur in der Achsel 38,4° C., die Haut fühlt sich jetzt trocken und warm an. Puls ist jetzt fühlbar, aber noch nicht zählbar. Resp. noch immer oberflächlich, unregelmässig. Der Effect der faradischen Reizung manifestirt sich bei vollkommen erhaltener Reizbarkeit der Phrenici und ihrer Genossen durch kräftige Erweiterung und Hebung des Thorax mit entsprechendem ergiebigen und lauten Einströmen von Luft, jedoch hält die Wirkung noch nicht vor. Deshalb fortgefahren! Noch ein Aderlass von 6 Unzen.

Mittags 12 Uhr. Puls ist jetzt kräftiger und fühlbarer (circa 130 Schl.). Temp. 38,6. — Noch immer dieselbe tiefe Benommenheit des Sensorium. Ammoniak unter die Nase gehalten ruft keine Reaction hervor.

Ausser der faradischen Reizung der Phrenici, welche natürlich mit Intervallen, aber regelmässig fortgeführt wird, wird eine kalte Uebergiessung im warmen Bade angestellt. Patientin respirirt hierbei einige Male tief, hebt die Augenlider etwas, versinkt aber sofort wieder in Coma. Senfteige auf Brust und Waden.

Mittags 2 Uhr. Puls nicht zählbar, kleiner. Temp. 38,3. Respir. 44, oberflächlich, Rasseln geringer. Erbrechen von sauer riechendem und ebenso reagirendem Schleim nebst einigen braunen Speisebröckeln. Percussion des Thorax normal, Auscultation ergiebt rechts hinten unten reichliches Rasseln. Ordin. Liq. Ammoniac. anisat. stündlich gtt. x. Zweistündlich 1 Esslöffel Wein und Camphor. gr. v.

Nachmittags 4 Uhr. Temper. 38,3, Respir. 40. Die Unempfindlichkeit gegen Reize, selbst gegen den kräftigen, faradischen Strom dauert fort. Unterkiefer fest an den Oberkiefer gepresst, so dass der Mund behufs Einbringung von Medicamenten gewaltsam geöffnet werden muss. Augenlider geschlossen. Hebt man dieselben, so sieht man beide Bulbi sich ganz regelmässig — wie Pendel — von rechts nach links und umgekehrt bewegen.

Abends 6 Uhr. Temp. 37,9. Puls fühlbar aber nicht zählbar. Im Uebrigen derselbe Zustand. Kalte Uebergiessung im warmen Bade.

Nachts 3 Uhr. Temp. 38,1, Puls 112, Respir. 36. Die Sensibilität der Haut kehrt wieder, Patientin verzieht das Gesicht beim Aufsetzen der Electroden am Halse schmerzlich, und versucht nach denselben zu greifen.

13. I. Morgens 7 Uhr. Temper. 38,6, Puls 120, Respir. 36. Die Unbesinnlichkeit dauert an, jedoch tritt auf das Einführen eines Federbartes in die Nase Niesen ein und eine verdriessliche Miene mit Hin- und Herwenden des Kopfes. Die Bulbi gehen noch immer pendelförmig hin und her. — Eine kalte Uebergiessung im warmen Bade hat nur wenige tiefe Athemzüge im Gefolge. Percussion des Thorax normal, Auscultation ergiebt links hinten unten helles kleinblasiges Rasseln, sonst überall vesiculäres Athmen.

Das Schlingen der Nahrung (Milch mit Eigelb abgequirlt) sehr beschwerlich, häufiges Fehlschlucken.

Mittags 1 Uhr. Temp. 37,8, Puls 112, Respir. 28. Die Respiration ruhiger, tiefer und regelmässig und ohne Rasseln. Die Farbe der Haut und Schleimhäute besser. Patientin ist noch immer bewusstlos und schlingt sehr schlecht. Der Inductionsapparat wird jetzt — nach mehr denn 24stündiger Anwendung der künstlichen Respiration — in Ruhe gesetzt.

Abends 6 Uhr. Temp. 38,3, Puls 104, Respir. 32. Ordin. Acid. phosphor. (ʒj ad ℥vj) stündlich 1 Esslöffel.

14. I. Morgens 8 Uhr. Temperatur 39,9, Puls 120, Respir. 52. Die Respiration ist nicht nur frequenter, sondern auch oberflächlicher als gestern. Die Scaleni werden dabei nicht gespannt. Puls voller, regelmässig und an der Arter. radial. gut zählbar. Haut trocken, heiss. Unbesinnlichkeit dauert an, jedoch reagirt Patientin auf Reize.

Abends 6 Uhr. Temp. 40,3, Puls 120, Resp. 52. Am Thorax links hinten unten gedämpfter Percussionsschall, hie und da schwaches bronchiales Athmen und helles Rasseln, rechts hinten unten tympanitischer Schall. Einzelne Hustenstösse schaffen Sputa herauf, jedoch werden dieselben wieder verschluckt.

15. I. Morgens 8 Uhr. Temperatur 40,3, Puls 124, Resp. 56, Respiration oberflächlich, Puls klein. Leichte icterische Färbung der Haut und Schleimhäute. Urin, mittelst Catheter entnommen, zeigt dunkelbraune Farbe, Gallenfarbstoff, kein Eiweiss. Physikalische Erscheinungen dieselben. Ordin. Chinin gr. v 2stündlich.

Mittags 1 Uhr. Plötzlicher Collapsus, Puls nicht mehr fühlbar. Respir. 56, äusserst kurz, Mm. scaleni nicht gespannt. Pupillen weit, die Bulbi ruhig stehend.

Ohne dass die Besinnung zurückgekehrt wäre, ohne dass Reizerscheinungen sich gezeigt hatten, trat unter fortschreitendem Collapsus um 2 Uhr Nachmittags der Tod ein.

Die Section 19 Stunden p. m. ergab in Kürze Folgendes: beträchtliche Hyperämie des Gehirns und der Hirnhäute. An der äussern Seite der Grosshirnhemisphäre eine intermeningeale Blutung von 2″ Länge- und ½″ Breiten-Ausdehnung. In der weissen Substanz der rechten Hemisphäre, sowie im linken Corp. striat. je ein Pflaumenkerngrosser, mit kleinen Apoplexien umsäumter Erweichungsheerd. Ecchymosen auf den Pleuren beider Lungen. Atelectase beider untern Lappen, besonders ausgedehnt links. Diphtheritisches Exsudat auf der Schleimhaut des weichen und harten Gaumens, des Zungengrundes und des Kehlkopfes, des Colon und des Rectum. Gefässe des Mesenterium stark injicirt.

Die Wirksamkeit der künstlichen Respiration bewährte sich auch bei dieser schweren Narkose trotz des ungünstigen Ausganges. Nach mehr denn 24 stündiger Reizung der Phrenici

war die Respiration, welche Anfangs trotz der consequenten Reizung nicht in Gang zu bringen war, vollständig geregelt und der Beweis geliefert, dass die andauernde Bewusstlosigkeit nicht mehr auf dem mangelhaften Gasaustausch in den Lungen beruhe, nicht mehr in der Anhäufung der deletären Gase (Kohlenoxydgas, Grubengas, Kohlensäure) im Blute zu suchen sei, sondern dass erheblichere Veränderungen im Gehirn derselben zu Grunde liegen müssten.

Schwere Betrunkenheit mit completer Erstarrung durch Frost. Rückkehr normaler Respiration und auch des Bewusstseins nach mehrstündiger Faradisation.

D. O., Fuhrknecht, blieb bei hartem Froste schwer betrunken auf der Chaussée liegen und wird spät Abends völlig erstarrt und anscheinend leblos ins Universitätskrankenhaus transportirt, nachdem ausserhalb desselben von einem herzugerufenen Arzte die verschiedensten Belebungsversuche fruchtlos angestellt waren.

Die sofort begonnene rhythmische Faradisation der Phrenici und ihrer Genossen erzielte bei intacter Reaction derselben tiefe und ergiebige Inspirationen, welche von rascher Wiederkehr des Pulses gefolgt waren. Nachdem mehrere Stunden mit dem faradischen Strom gearbeitet war — leider fehlen genauere Notizen —, kehrte auch das Bewusstsein zurück, nicht jedoch, ohne dass sich die Wirkung des Alkohol in drastischer Weise äusserte. Die erste Aeusserung des Bewusstseins war der Ruf „Schnaps!"

Der Kranke konnte am nächsten Mittag, wenn auch noch mit starkem Kopfschmerz behaftet, wieder entlassen werden.

Die künstliche Respiration wurde ferner mit günstigem Erfolge im Greifswalder Universitätskrankenhause in einigen Fällen von bedrohlicher Respirationsstörung durch Gehirnapoplexie, Gehirnerweichung und urämischer Intoxicationen in Anwendung gebracht.

Negativ war der Erfolg der Phrenicus-Reizung in 5 Fällen von gewaltsamem Tode, wo indessen seit dem Eintritt der Apnoe zu viel Zeit vergangen war.

Ungünstig war ferner nach Oppenheimer's [1]) kurzen Angaben der Ausgang in einem Falle von Opiumvergiftung auf

1) Oppenheimer, Lehrbuch der physik. Heilmittel Heft 1, p. 157.

Hasse's Klinik, obgleich die künstliche Respiration durch Reizung der Phrenici 3 Stunden lang unterhalten werden konnte. Nach Ablauf dieser Zeit gelang es nur noch durch Einbringung der einen Electrode in den äussern Gehörgang die Respiration für eine halbe Stunde zu erhalten.

Es ist sehr zu bedauern, dass dieser Fall nicht ausführlicher mitgetheilt ist, da gerade eine genaue Analyse derjenigen Fälle, welche trotz anfänglichen Ansprechens der Phrenici unglücklich ablaufen, von grosser Wichtigkeit sein würde.

Von entschiedener Bedeutung für die weitere Entwickelung der Frage sind die Versuche mit der faradischen Respiration beim

Scheintod der Neugebornen,

welche wir Pernice[1]) verdanken.

Pernice hatte Gelegenheit, die faradische Respiration in 5 Fällen tiefsten Scheintodes anzuwenden. In 2 Fällen war das Resultat ein ungünstiges. Im ersten waren bereits 10 Minuten nach der Geburt des durch die Wendung und Extraction zu Tage geförderten Kindes die Herzpulsationen, die von vorn herein sehr schwach und selten gehört wurden, nicht mehr vernehmbar, und eine Reaction von Seiten des Phrenicus war nicht zu bemerken.

In einem zweiten, wo das Kind unter ähnlichen Verhältnissen in der Poliklinik scheintod geboren wurde, gelang wegen völligen Mangels eines passenden Lagers dic Application der Conductoren auf die Phrenici nicht; leichte Contractionen in den Muskeln des Arms stellten sich ein, doch hörten nach Verlauf von zwanzig Minuten die Herzpulsationen auf.

Dagegen gelang es Pernice, in 3 Fällen Athembewegungen und vollständige Belebung zu Stande zu bringen.

Im 1. Falle waren gegen 6 Uhr Abcnds regelmässige Wehen eingetreten, und hatten bis 8 Uhr dcn Muttermund bis zu Thalergrösse erweitert, als das Fruchtwasser abfloss. Nach einer kleinen Pause tricben kräftige Wehen den Kopf bis auf die Bodentheile des Beckens, vermochten aber 5 Stunden lang nicht, den von der Grösse des Kopfs und den Weichthcilen gesetzten

1) Greifswalder medic. Beiträge Bd. II, p. 1 ff.

Widerstand zu überwinden. Wegen Abnahme der Frequenz des Fötalpulses wurde deshalb um $1\frac{1}{2}$ Uhr Morgens die Zange angelegt und der Kopf entwickelt. Das Kind 8 Pfund 29 Loth schwer, war tief scheintod, schlaff, der Körper mit Ausnahme der Stirn und des mit einer beträchtlichen Kopfgeschwulst bedeckten Scheitels blass; Puls in der Nabelschnur nicht mehr zu fühlen, die Herztöne schwach und selten; Hautreize zeigten sich völlig wirkungslos. Anwendung des Inductionsapparates. Nach einigen Versuchen gelang es, den N. phrenicus auf beiden Seiten zu treffen und eine Contraction des Zwerchfells herbeizuführen. Eine zweite wurde nach ungefähr 2 Minuten bewirkt. Darauf wurde das Kind in warmes Wasser gebracht und nach Ablauf einiger Minuten die Reizung wiederholt. Nach 10maliger Anwendung des Stroms, also ungefähr nach Ablauf von $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Stunde trat die erste selbstständige Inspirationsbewegung auf, die sich nach kurzer Zeit wiederholte. Hautreize zeigten jetzt Wirkung und wurden zur vollständigen Belebung benutzt.

Im zweiten Fall trat tiefer Scheintod in Folge einer schwierigen Extraction nach voraufgegangener leichter Wendung ein. Grund zur Extraction waren Inspirationsbewegungen der Frucht bei gleichzeitiger schneller Abnahme der Frequenz der Nabelschnurpulsationen. Hier vergingen bis zur vollständigen Herstellung einer regelmässigen Respiration beinahe $1\frac{1}{2}$ Stunden und 15—20 Mal musste die Anwendung des Stroms erfolgen.

Endlich wurde in einem dritten Falle der nach einer überstürzten Geburt eingetretene sehr tiefe Scheintod durch die Reizung der Phrenici beseitigt. Die Geburt hatte unter unausgesetzter Wehenthätigkeit nach Abfluss des Fruchtwassers bei $\frac{3}{4}$ Zoll geöffnetem Muttermunde bis zur Ausstossung nicht ganz eine Stunde gedauert. Das Kind trug alle Zeichen des sogenannten anämischen Scheintods an sich und nur bei sorgfältiger Untersuchung vermochte man den sehr schwachen Herzschlag zu hören. In der oben beschriebenen Weise angewendet leistete auch hier der Apparat seine Wirkung und nach $1\frac{1}{4}$ Stunde waren regelmässige Athembewegungen herbeigeführt.

Wenngleich mir meine eigenen Beobachtungen die Ueberzeugung gegeben haben, dass die künstliche Respiration durch

rhythmische Reizungen der Phrenici und ihrer Genossen alle übrigen Methoden der Behandlung der Asphyxie in der Schärfe der Indication, in der Einfachheit und Unschädlichkeit des Verfahrens, sowie endlich in der Schnelligkeit und Sicherheit des Effectes übertrifft, so halte ich doch auf der andern Seite eine weit grössere Anzahl und Mannigfaltigkeit der Beobachtungen, als die der vorliegenden ist, für nothwendig, um das Urtheil zu sichern. Ich habe die sämmtlichen bisher veröffentlichten Beobachtungen nur aus dem Grunde in extenso mitgetheilt, weil ich hoffe, dass die einfache Darlegung des Standes der Frage die praktischen Aerzte zu eigenen Versuchen anregen wird. In der That hat Niemand häufiger Gelegenheit, an Scheintodten zu experimentiren, als der beschäftigte praktische Arzt. Er wird sofort nach Entdeckung des Unglücksfalles gerufen, und ist, da er ja fast immer schon durch den citirenden Boten von dem Schreckenverbreitenden Ereignisse einer Kohlendunstvergiftung, eines Selbstmordes u. dgl. Mittheilung erhält, in der Lage, durch denselben Boten den Inductionsapparat an Ort und Stelle zu schaffen und sofort ohne weitere Vorbereitungen die Reizung der Phrenici pp. zu beginnen. Kein Arzt, der öfter in der Lage war, Wiederbelebungsversuche an Asphyktischen anzustellen und die relative Unwirksamkeit der gangbaren Wiederbelebungsmethoden zu erproben, wird sich nach dem ersten erfolgreichen Versuche mit der faradischen Respiration des Bewusstseins der Sicherheit und der Macht gegenüber so gefahrvollen Zuständen erwehren können.

Um der Methode Eingang bei den praktischen Aerzten zu verschaffen, halte ich es jedoch nicht für genügend, den Stand der Frage zu kennzeichnen und dem Einzelnen die Möglichkeit zu geben, sich selbst ein Urtheil über die Indicationen und Leistungen des Verfahrens zu bilden, sondern ich halte es auch im Interesse der Sache für nicht unwichtig, auf einzelne Punkte aufmerksam zu machen, welche bei der praktischen Ausübung des Verfahrens von Wichtigkeit sind.

Zunächst ist ein Inductionsapparat unentbehrlich, welcher leicht transportabel und jeden Augenblick ohne Vorbereitungen in Thätigkeit zu setzen ist. Nirgends hat sich mir der grosse Vorzug der Hebevorrichtung an den oben (p. 64 ff.) beschriebenen Stöhrer'schen Apparaten schlagender bewiesen, als bei

Unglücksfällen, in denen die künstliche Respiration angewendet werden musste. Diejenigen Aerzte, welche den electrischen Strom nur ab und zu benutzen — und ihrer dürfte wohl die Mehrzahl sein — kennen zur Genüge die Widerwärtigkeiten beim Versuche, den Apparat in Gang zu setzen, das fatale „Nichtgehenwollen" desselben, die Ungleichmässigkeit und die Schwäche des Stromes gerade dann, wenn Alles auf einen sicher und kräftig arbeitenden Strom ankommt. Alle diese Schwierigkeiten und Störungen fallen bei dem Stöhrer'schen Apparate mit Hebevorrichtung weg. Wenn man die oben angegebenen Cautelen (gute Verquickung, Auswaschen der Kohlen etc.) beobachtet, so ist der Apparat stets und zuverlässig leistungsfähig, auch dann, wenn er, nachdem er vielleicht 6—8 Wochen lang nicht gebraucht war, unerwartet zu Wiederbelebungsversuchen benutzt werden soll. Die Hebung der Gläser mit der Säure gegen die Zinkkohlenelemente erzeugt nach 8 wöchentlicher Ruhe eben so sicher einen Strom von hinreichender Stärke, als bei täglichem Gebrauche.

Die Electroden, welche nebst den mit Gummischlauch überzogenen Leitungsschnüren sich stets in dem Kästchen des Apparates befinden müssen, damit im Nothfalle nicht erst jedes einzelne Stück zusammengesucht werden muss, sondern alles Nothwendige im Apparate vorhanden ist, müssen gerade starke Stäbe mit grossen Knöpfen sein, die mit einem 1—1 $^1/_2$″ dicken Polster feinen Badeschwammes armirt sind. Die verschiedenen, trotz ihrer Unzweckmässigkeit noch immer gangbaren Schwamm-Zangen, -Klemmen und -Hülsen sind hier ganz besonders unbrauchbar, weil der nicht auf feste Basis gespannte, nach allen Seiten hin vorquellende Schwamm weder ein kräftiges Aufdrücken noch ein sicheres Localisiren möglich macht. Der ausweichende Theil des Schwammes, welcher die Haut leise berührt, reizt nur diese, während in die Tiefe der Strom nur da gelangt, wo der feuchte Leiter durch die metallenen Enden der Electroden fest aufgepresst wird.

Dass ich für die Reizung der Phrenici nicht eine feine Electrode, sondern eine zolldicke Schwammkappe empfehle, hat seinen Grund darin, dass ich für die künstliche Respiration die isolirte Faradisirung der Phrenici nicht für ausreichend halte, vielmehr auch ihre

motorischen Genossen für die Inspiration mit in den Kreis der electrischen Strömung gezogen wissen will. Ausserdem gelingt die isolirte Erregung der Phrenici nur dem Geübten, während die Erregung derselben mit grosser Schwammkappe selbst von ganz Ungeübten ausgeführt werden kann.

Ich setze die Electroden, nachdem ich ihre Schwämme in warmem Wasser unter kräftigem Drücken hinreichend durchfeuchtet und die Intensität des Stromes an meiner Hand geprüft habe — es müssen kräftige Contractionen der Daumenballenmuskeln dadurch hervorgerufen werden — zu beiden Seiten des Halses über dem unteren Ende des M. scalenus anticus, am äusseren Rande des M. sternocleidomastoideus, den man etwas nach innen drängen muss, fest auf. Man ist auf diese Weise sicher, nicht blos die Nn. phrenici zu reizen, sondern auch vermöge der grossen Ausdehnung der Berührungsfläche Contractionen von Inspirationsmuskeln zu erhalten, welche entweder von dem eintretenden Strome unmittelbar getroffen werden (M. scalen. anticus, M. sternocleidomast.), oder deren Nerven in das Bereich der Strombahn fallen. Von den letzteren hebe ich hervor:

1. Vom **Plex. cervicalis** (ausser dem Phrenicus) die motorischen Aeste für den M. cucullaris, levator scapulae und scalenus med.

2. Vom **Plex. brachialis**, dessen portio supraclavicularis zum grossen Theile direct gereizt wird, der N. *thoracicus ant.* für die Mm. pectorales major und minor, der N. *thoracicus posterior* für die Mm. scalenus med., serratus postic. sup. und rhomboidei, endlich der N. *thoracicus lateralis* für den M. serratus anticus major.

Die Wichtigkeit der genannten Muskeln für tiefe Inspirationen, lässt ihre Miterregung als sehr wünschenswerth, ja — Angesichts der Unerreichbarkeit der Intercostalmuskeln — geradezu als unentbehrlich erscheinen. Ich betrachte somit die Benutzung grosser Contactflächen an den Electroden nicht als eine Aushülfe für den Fall, dass man die Phrenici isolirt nicht finden kann, sondern vindicire jenem Verfahren zum Zweck der künstlichen Respiration ganz entschieden den Vorzug vor der isolirten Reizung der Phrenici, abgesehen davon, dass dadurch zugleich jede Schwierigkeit des Verfahrens beseitigt wird.

Es ist ferner nothwendig, durch einige Gehülfen den Kopf, die Schultern und die Oberarme fixiren zu lassen, damit die auxiliären Inspirationsmuskeln, besonders der Serratus antic. maj. und die Pectorales, energisch am Thorax angreifen können, zum Theil auch, um die aus der Reizung derjenigen motorischen Zweige des Plex. brachialis, welche zur Schulter und zum Arme ziehen, hervorgehenden störenden Bewegungen der Oberextremitäten zu paralysiren.

Die Reizung der Zwerchfellsursprünge, wie dieselbe hier und da versucht, und auch von Friedberg (l. c.) neben einseitiger Reizung des Phrenicus in seinem Falle von Chloroform-Asphyxie angewandt wurde, halte ich für ganz illusorisch, da mir meine Versuche die Ueberzeugung verschafft haben, dass der Strom nicht zu den Zwerchfellsursprüngen hindurchdringt.

Die Dauer der einzelnen Reizung sei die einer ruhigen tiefen Inspiration d. h. etwa 2 Secunden. Die Exspiration unterstützt am besten ein Gehülfe durch breiten und kräftigen Druck auf die Bauchwand in der Richtung von unten nach oben. Den Vorschlag, die Exspiration durch faradische Reizung der Bauchmuskeln zu befördern, halte ich deshalb für unpraktisch, weil man bei der Menge der Bauchmuskeln und der grossen Zahl der dieselben versorgenden Nerven nicht im Stande ist, auch nur annähernd eine so kräftige Compression des Bauchinhaltes zu erzielen, als durch mechanisches Eindrücken der Bauchwand und Hinaufdrängen des Zwerchfelles.

Die Application eines kräftigen schnellschlägigen Stromes ist bei der Gefahr asphyktischer Zustände durchaus nothwendig und hat nach meiner Erfahrung keine Bedenken. Sieht man von der Faradisirung bei den ersten Reizungen keinen Effect, keine Inspirationsbewegungen, so ist eine Steigerung der Stromstärke um so nothwendiger, als die Irritabilität der Athmungsnerven in schweren Asphyxien sehr bald erheblich sinkt.

Nothwendig ist es, nach einer Anzahl von Reizungen eine Pause eintreten zu lassen, um zu beobachten, ob die spontanen Respirationen wieder in Gang kommen. Nach der Beschaffenheit der natürlichen Athembewegungen hat man die Dauer der Pause einzurichten. Selbstredend muss überdies sofort eine Pause gemacht werden, wenn Husten eintritt, was nach den ersten Rei-

zungen, wenn Secret in den Luftwegen angesammelt ist, zu geschehen pflegt, und als eine günstige Erscheinung anzusehen ist, insofern der Husten die Wiederkehr der Reizempfänglichkeit der Bronchial- und Laryngealschleimhaut anzeigt und überdies tiefe Inspirationen mit sich bringt. Ist nach dem Aufhören des Hustens die Respiration ungenügend, so wird mit der Reizung der Phrenici und ihrer Genossen wieder begonnen.

Auch bei scheintodten Neugebornen ist, wie Pernice (l. c.) mit Recht hervorhebt, ein schwacher Strom ohne Nutzen, weil bei denselben die Reizbarkeit überhaupt tief gesunken ist und andererseits das Fettpolster einen sehr beträchtlichen Widerstand darbietet. Nach Pernice muss der anzuwendende Strom bei dem versuchsweisen Aufsetzen der Electroden an der eigenen Hand ziemlich kräftige Contractionen der Handmuskeln hervorbringen. Das Neugeborne wird nach Pernice aus dem warmen Bade, in dem es bis dahin verweilt, herausgenommen, in ein gewärmtes wollenes Tuch so eingeschlagen, dass Brust und Arme frei bleiben und auf eine feste Unterlage gelegt. Die Halspartie wird durch Reiben von Vernix caseosa befreit und der Kopf ein wenig rückwärts gebeugt, um Platz für die Electroden zu gewinnen. Pernice räth endlich, bei stärkerer Abkühlung des Kindeskörpers ein warmes Bad zwischen den Reizungen anzuwenden.

Die von der **Pars supraclavicularis des Plex. brachialis** abgehenden motorischen Schulter- und Thoraxnerven lassen sich unter günstigen Umständen alle isolirt reizen, ohne dass die Hauptstränge des Plex. brachialis lädirt werden. Indessen trifft man häufig Individuen, bei welchen dieser oder jener Ast leicht erreichbar ist, während andere durchaus nicht isolirt werden können. Die Verschiedenheit in der Dicke und Beschaffenheit der Integumente, besonders des Fettpolsters, sowie die individuellen Abweichungen in dem Verlaufe dieser zum Theil zarten Nervenzweige erklären diesen Uebelstand genügend. Bei ganz mageren Individuen gelingt es immer am besten, die Schultermuskeln einzeln in Thätigkeit zu setzen, indessen ist immerhin genaue

Kenntniss der anatomischen Verhältnisse, Uebung im Faradisiren und der Gebrauch feiner Electroden unentbehrlich.

Der **Nerv. thoracicus posterior** s. dorsalis scapulae ist nicht selten ziemlich nahe unter dem N. accessor. Willisii, dem Rande des M. cucullaris bald näher bald ferner, der Electrode zugänglich (vergl. Taf.) und setzt Contraction im M. rhomboideus und M. serratus postic. super. und somit eine kräftige Heranziehung der Scapula an die Wirbelsäule mit der Richtung nach aufwärts und eine schwache Hebung der oberen Rippen.

Der **Nerv. thoracicus lateralis** s. respiratorius extern. ist nach seinem Durchtritt durch den M. scalen. medius dicht über der Clavicula nicht weit vom Cucullar-Rande (vergl. Taf.) zu erreichen. Die Stelle, an welcher er isolirt werden kann, wechselt; häufig liegt sie etwas höher, selten tiefer, als auf der Tafel angegeben ist. Sehr leicht, ja zuweilen unvermeidlich kommt dabei eine Reizung des oberen (äusseren) Stranges des Plex. brachialis zu Stande, in Folge deren sich zu der Contraction des M. serratus magnus solche im Bereiche des N. axillaris und radialis hinzugesellen.

Die isolirte Faradisirung des N. thoracicus lateralis ruft eine äusserst energische Verkürzung des **M. serratus anticus major** hervor. Durch dieselbe wird die Scapula unter Erhebung ihres Acromialwinkels soweit nach aussen und vorne verschoben, dass der Raum zwischen Scapula und Wirbelsäule fast doppelt so breit wird als auf der entgegengesetzten Seite. Der innere Rand der Scapula steht fest an den Thorax angepresst, während das Schulterblatt im Uebrigen flügelförmig vom Thorax absteht und sich an seiner ganzen innern Fläche betasten lässt. Indem die Clavicula durch die Verschiebung des Acromion nach vorne und oben erheblich vom Thorax entfernt wird, erscheinen die Infra- und besonders die Supraclaviculargrube ausserordentlich tief eingesunken, am tiefsten natürlich am Acromialende der Clavicula.

Der N. thoracic. lateralis ist bei vielen Personen auch in der Achsel zu isoliren, in welcher er im Verlaufe der Linea axillaris auf dem M. serratus magnus herabläuft. Dem entsprechend kann man auch von der Achsel aus eine kräftige Contraction des M. serratus magnus erzielen, während die directe Faradisirung der ein-

zelnen Serratusbündel nur einen höchst ungenügenden Effect giebt, wenn man sich nicht sehr starker Ströme bedient.

Die Reizung der **Nervi subscapulares** oberhalb der Clavicula gelingt wegen ihrer tiefen Lage nur äusserst selten; dagegen ist in der Achsel nach hinten zu der eine oder der andere der Nn. subscapulares zu finden, und jedenfalls der Musc. subscapularis direct zu reizen.

Der **Nerv. thoracicus anterior** ist entweder dicht oberhalb und hinter der Clavicula — zuweilen ganz ohne gleichzeitige Reizung des Plex. brachialis —, oder nach seinem Durchtritt unter der Clavicula am oberen Rande des M. pectoralis major oder hinter demselben zu treffen (vgl. Taf.). Oft ist er von dem Clavicular-Ursprung des Pectoralis major ganz bedeckt und entgeht dadurch der Reizung vollständig. In diesem Falle wird die intramusculäre Reizung des Pectoral. major entweder so ausgeführt, dass man die Electrode auf die Mitte der Bündel aufsetzt, weil der Nerv des Pectoral. major auf seinem Laufe nach abwärts dessen Fasern im rechten Winkel und ziemlich in ihrer Mitte kreuzt, oder man schiebt die dünne Electrode vom äusseren Rande her tief zwischen Brustwand und Muskel ein. Man erhält auf diese Weise, da es bei Mageren gelingt, die Electrodenspitze bis zur Mitte der inneren Fläche des Pectoral. major, wo der N. thorac. ant. herabläuft, vorzuschieben, eine weit kräftigere und vollständigere Verkürzung, als durch Aufsetzen der Electrode auf die äussere Fläche des Muskels.

Durch die energische Contraction der Mm. pectorales wird der Oberarm kräftig an die vordere Fläche der betreffenden Körperhälfte herangezogen, so zwar dass der Ellbogen in der Linea mamillaris der betreffenden Seite zu stehen kommt.

Die obere (Clavicular-) Portion des Pectoral. major konnte ich in ihrer isolirten Wirkung bei zwei Männern betrachten, denen die ganze untere (Sterno-Costal-) Portion, sowie auch der Pectoral. minor fehlte (angeboren). Indem ich hier die Electrode ganz tief unter den Muskel bis an die Clavicula hinaufschob, um den Nerven zu reizen, setzte die Contraction der Portion bei hängendem Arme eine Erhebung der Schulter direct nach oben und ein wenig nach vorn. Derselbe Effect liess sich mit entsprechend

gesteigerter Stromstärke durch directe Reizung des Muskelrudiments mit grosser Electrode erreichen.

Sehr häufig wird bei der Reizung des N. thoracicus anterior der Strang des Plex. brachialis getroffen, aus dem der Musculocutaneus und ein Theil der Mediannsfasern entspringen (vgl. Taf.). In diesem Falle gesellt sich zu der Adduction des Arms noch kräftige Beugung des Vorderarmes und der Hand. Diese schmerzhafte Reizung des äusseren Stranges vom Plex. brach. lässt sich meist dadurch vermeiden, dass man die Electrode in schräger Richtung nach innen und hinter den Rand des Brustmuskels zu schieben sucht.

Die Stämme der **Pars supraclavicularis des Armgeflechts** sind für die isolirte Muskel-Erregung nicht zu verwerthen, da die Reizung jedes einzelnen Stammes ganze Gruppen von Muskeln in Contraction setzt, welche — zum grossen Theil in ihrer Wirkung auseinandergehend — ihre Nerven aus einem Bündel empfangen. Sobald es indessen bei der therapeutischen Anwendung der Inductions-Electricität nicht auf isolirte Muskel-Erregung ankommt, auch die unvermeidliche Reizung der sensiblen Fasern nicht berücksichtigt zu werden braucht, z. B. bei completer Lähmung des ganzen Arms, da kann die Faradisirung des Plex. brachialis sich durch die oberflächliche Lage besonders für einen Ungeübten eignen.

Obere Extremitäten.

Der **Nerv. axillaris** ist nebst dem Nerv. radialis in dem hinteren Bündel des Plex. brachialis enthalten, und man kann daher durch Reizung dieses Bündels eine energische Contraction des **Musc. deltoideus** sowie gleichzeitig der von N. radialis innervirten Muskeln erzielen. Rückt man nun mit der unmittelbar über der Clavicula aufgesetzten Electrode von dem hinteren Bündel hinweg etwas nach aussen, so trifft man bei manchen Personen — aber durchaus nicht bei allen — den Nerv. axillaris isolirt (vgl. Taf.) und kann somit von diesem Punkte aus den M. deltoideus in Verkürzung bringen.

In der Achsel den N. axillaris zu isoliren, gelingt ebenfalls nur bei einzelnen, besonders mageren Individuen. Man muss zu dem Zwecke die Electrode nach hinten und oben in die Achsel einsenken.

Weniger kräftig ist die Contraction im Deltoideus, wenn die Electrode auf den hinteren Umfang des Muskels mit kräftigem Drucke da aufgesetzt wird, wo der Nerv sich um den Humerus nach vorne herumschlägt. Man kann gleichzeitig zur Verstärkung der Contraction den vorderen Muskelast des Deltoideus, welcher von den Nn. thoracicis anter. an seine innere Seite tritt (vgl. Taf.) mit der negativen Electrode reizen.

Der **N. musculo-cutaneus** ist nach seinem Durchtritte durch den M. coraco-brachialis, in der Furche zwischen diesem und dem M. biceps oder weiter auswärts zwischen den beiden Köpfen des M. biceps zu erreichen (vergl. beide Punkte auf Fig. 12). Es erfolgt durch ihn eine kräftige Beugung des Vorderarms, indem sich **M. biceps** und **M. brachial. internus** verkürzen, jedoch entsteht gleichzeitig Schmerz an der Radialseite des Vorderarms, in deren Bedeckung sich der sensible Endast des Nerven verbreitet.

Man muss bei der Reizung des N. perforans an der erstgenannten Stelle die Electrode von innen her durch den Daumen-Nagel fixiren, weil sie ohne diese Manipulation durch die eintretende Verkürzung des Biceps nach innen auf den N. medianus geschoben wird.

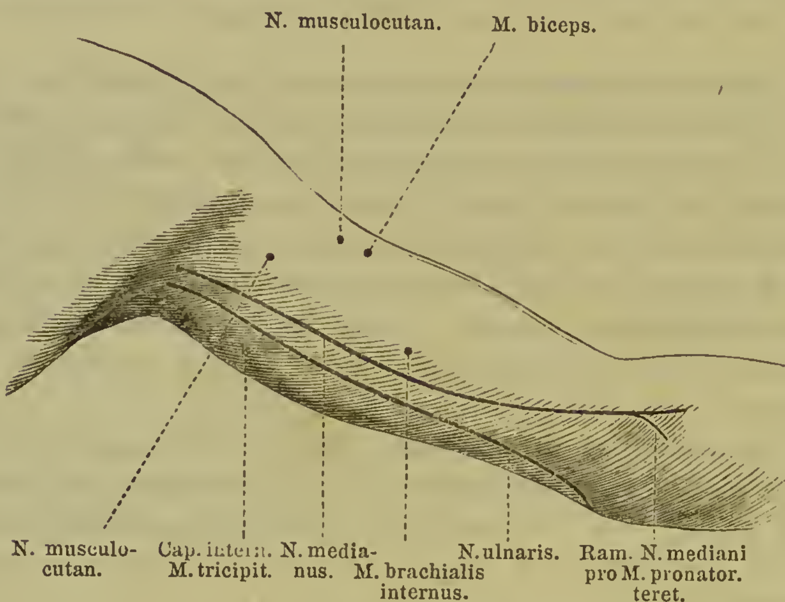
Bei vielen Personen reicht aber auch diese Manipulation nicht aus, eine Läsion des Medianus hintanzuhalten, und es empfiehlt sich deshalb die angegebene Stelle zwischen den Biceps-Köpfen weit mehr für die Reizung des N. perforans. Hier muss aber die feine Electrode kräftig eingedrückt, und im Falle der Erfolg ausbleibt, etwas mehr nach oben und innen verschoben werden.

Die Perforans-Aeste für den **M. biceps** sind nicht selten zwischen den beiden Köpfen desselben, da wo sie zusammenstossen (vgl. Fig. 12), zu isoliren. Die Contraction, welche von hier aus erzeugt wird, ist selbst bei mittelstarken Strömen sehr energisch, während die directe Reizung der Muskelsubstanz zu einer

einigermassen kräftigen Verkürzung des Muskels eines sehr starken Stromes bedarf.

Den **M. brachialis internus** bringt man zuweilen isolirt zur Verkürzung, indem man die Electrode da, wo die untere Hälfte oder das untere Drittel des M. biceps seinen Anfang nimmt, vom inneren Rande her unter den letzteren schiebt (vergl. Fig. 12). Hier tritt nämlich der für den Brachialis internus bestimmte zweite Muskelast des N. perforans von diesem ab und in den Muskel hinein.

Fig. 12.



Hier geschieht übrigens eine Läsion des Medianus noch leichter, als oben, weil er unmittelbar am innern Rande des Biceps verläuft. Man kann sie nur durch Verschiebung der Haut oder des Medianus selbst vermeiden.

Nimmt man nun mit der negativen Electrode den gewöhnlich schwachen und wandelbaren Ast zu Hülfe, welchen der M. brachialis internus an seinem äusseren Rande vom N. radialis erhält (vergl. Fig. 14), so erzielt man eine Beugung des Vorderarms, wobei der M. biceps als eine weiche schlaffe Masse auf dem starren Brachialis internus aufliegt.

Der **N. medianus** ist längs des ganzen Sulcus bicipitalis int. zu erreichen (vergl. Fig. 12), lässt sich aber am sichersten

am unteren Drittel des Humerus, nachdem er an die innere Scite der Art. brach. getreten ist, gegen den Knochen fixiren.

Reizung des Medianus ruft ausser den schmerzhaften Sensationen im Bereich seiner sensiblen Rami digitor. volares und des Ram. cutan. antibrachii palmaris Contractionen im M. pronator teres und quadratus, im Radialis internus, Palmaris long., Flexor digitor. sublimis und profundus, sowie endlich in den Muskeln des Daumenballens und den drei ersten Mm. lumbricales hervor. Der Effect ist also: Kräftige Pronation des Vorderarms, Beugung der Hand nach der Radialseite, Beugung der Finger mit Opposition des Daumens.

Am Vorderarm liegt der N. medianus 1″ über dem Handgelenke zwischen den Sehnen des M. radial. internus und des M. palmaris longus in ziemlicher Ausdehnung ganz oberflächlich (vergl. Fig. 13) und bewirkt an dieser Stelle gereizt, Abduction des Daumens mit kräftiger Opposition und schwacher Beugung der ersten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers, und meist auch des Ringfingers (durch die Mm. lumbricales 1—3).

Der Eintritt der einzelnen motorischen Aeste des Medianus in ihre Muskeln geschieht in folgender Weise:

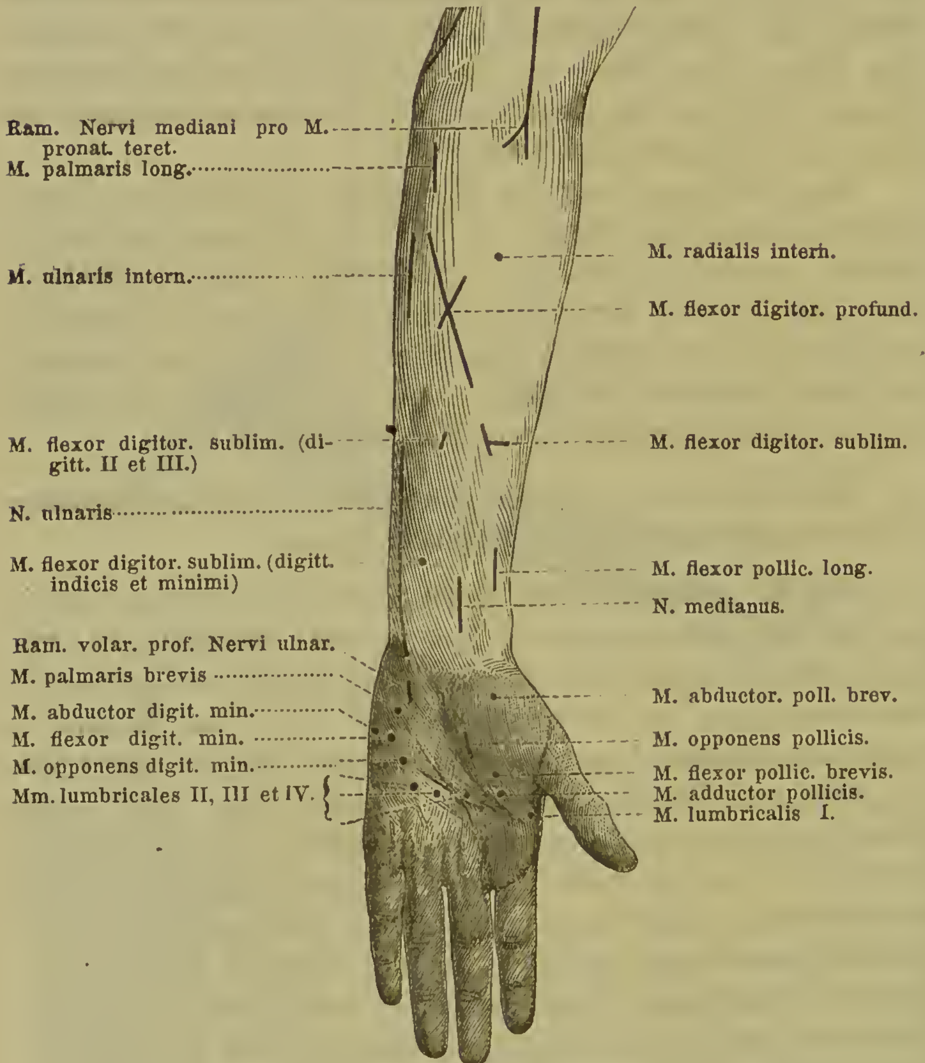
Der **M. pronator teres** erhält zwei Aeste, einen von der äusseren, den anderen von der inneren Seite des Medianus (vgl. Fig. 12 und 13) abgehend. Ersterer tritt circa 1″ tiefer vom N. medianus ab, als der letztere, erreicht aber auch den Muskel — wegen der schrägen Lage desselben — später als der innere Ast.

Man erreicht von Seiten des Pronator teres eine rapide Pronation schon durch Reizung des äusseren oder des inneren Astes allein. Ist der Patient aber nicht sehr empfindlich gegen den Schmerz, so verabsäume man es nicht, die negative Electrode zu Hülfe zu nehmen, um sich von der kräftigen Wirkung des Muskels zu überzeugen. Der Effect der Rcizung ist wegen der oberflächlichen Lage der Nervenzweige blitzschnell und es crfolgt die Pronation gewöhnlich so gewaltsam, dass die Electroden abgleitcn.

Uebrigens ist die Faradisation dcr Muskeln an dcr Beugeseite des Vorderarmes, insbesonderc des M. pronator tercs, wegen des grossen Rcichthums der Haut an sensiblen Nervcn und dcr zarten Beschaffcnheit der Epidermis ziemlich schmerzhaft.

Der Ast des **M. flexor digitor. sublimis** tritt weiter abwärts vom Medianus ab, und geht nach kurzem Verlaufe hart an jenem anliegend (circa 3½″ vom Condyl. internus entfernt) von der Tiefe her in den Muskel hinein. Er lässt sich wegen dieses verdeckten Eintrittes nicht isoliren.

Fig. 13.



Dasselbe gilt von dem Median-Aste des **M. flexor digitor. profund.**, welcher vom N. interosseus intern. abtretend, in der Tiefe (circa 3¼″ vom Condyl. int.) in den Muskel hineingeht.

Für die intramusculäre Erregung des Flexor digitor.

sublim. und profund. habe ich die ganze Strecke, in welcher diese Muskeln der Electrode erreichbar liegen, durch Striche bezeichnet.

Die Aeste für den **M. radialis internus** und **palmaris longus** (vergl. Fig. 13), welche sich nebeneinander von der inneren Seite des Medianus abzweigen, treten fast in gleicher Entfernung von der Ellenbeuge in ihre Muskeln ein (der motorische Punkt für den M. radialis intern. lag bei der für Fig. 13 benutzten Versuchsperson ungewöhnlich weit entfernt vom Condyl. int.) und sind an den Ulnar-Rändern derselben meist leicht zu finden. Treten sie etwas verdeckt in die Muskelbäuche ein, so ist doch eine kräftige Verkürzung jedes einzelnen Muskels durch directe Reizung der Substanz an der dem Eintritte entsprechenden Stelle zu erzielen.

Den Endast des Interosseus für den **M. pronator quadratus** und **flexor pollicis longus** habe ich nicht isoliren können wegen des tiefen Verlaufes, indessen ist es mir stets gelungen, den **Flexor pollic. longus** durch intramusculäre Reizung kräftig zur Verkürzung zu bringen, indem ich die Electrode eine Handbreit über dem Handgelenke zwischen den Sehnen des M. radialis internus und M. supinator longus aufsetzte (vergl. Fig. 13).

Bei sehr mageren Individuen gelingt die Reizung des Flexor pollic. longus sogar von der Rückenfläche des Vorderarmes her, indem man in der entsprechenden Entfernung vom Handgelenke die Electrode kräftig zwischen die Vorderarmknochen gegen das Ligam. inteross. drückt (vgl. Fig. 15). Umgekehrt konnte ich auch zuweilen einige Streckmuskeln an mageren Armen von der Volarfläche des Vorderarms aus zur Verkürzung bringen.

Die motorischen Median-Aeste für die **Muskeln des Daumenballens** liegen meist so oberflächlich, dass der Anfänger an ihnen seine Studien beginnen mag. Ihre Eintrittsstellen folgen (vgl. Fig. 13) in nachstehender Reihe aufeinander:

M. abductor pollic. brevis,
M. opponens pollicis,
M. flexor pollicis brevis.

Verwachsungen der Muskeln untereinander stören häufig die Einsicht in den Effect des einzelnen Muskels. Constant und kräftig

ist die Wirkung des M. opponens pollic. Weniger klar ist der Effect des M. abductor pollic. brev. Am seltensten habe ich mich von der Wirkung des M. flexor pollic. brev. als eines Beugers der ersten Daumenphalanx überzeugen können.

Die Median-Aeste für die **M. lumbricales** I—III treten an deren Radialseite ungefähr in der Mitte ein (vergl. Fig. 13). Bei geringer Dicke der Epidermis, sowie mit Hintansetzung der schmerzhaften Erregung der sensiblen Fingernerven erhält man von ihnen eine isolirte Wirkung, indem man die Electrode leise an die betreffenden Punkte ansetzt, nämlich eine schwache Beugung der ersten Phalanx des Zeige- Mittel- und Ringfingers mit Vortreten des radialen Randes, insofern neben der Beugung eine schwache Drehung der Volarfläche des Fingers nach dem Ulnarrande der Hand stattfindet.

Besonders effectvoll lässt sich die Reizung der Mm. lumbricales — auch des IV. vom N. ulnar. ram. superfic. innervirten — ausführen an der linken Hand solcher Personen, welche Saiteninstrumente spielen, weil hier die kleinen Muskeln durch häufige Uebung zu einer besondern Entwickelung gediehen sind (Mm. fidicinales).

Der **N. ulnaris** ist auf dem ganzen Verlaufe von der Achsel bis zum Ellbogengelenke zu reizen (vergl. Fig. 12), indessen kommen hier leicht durch Verschiebung der Haut oder des Nerven unangenehme Einwirkungen auf den N. medianus zu Stande. Man wählt deshalb die Rinne zwischen dem Olecranon und dem Condyl. int. humeri zum Angriffspunkte, da hier der Nerv nicht verschoben, sondern fest wider den Knochen gedrückt werden kann. Von hier aus erzeugt die faradische Reizung Schmerzempfindung im Bereich des Ram. palmaris longus und seiner Fingeräste an der Dorsal- und Volarseite der Hand, sowie Contractionen im M. ulnaris internus, im M. flexor digitor. profundus, im M. palmaris brevis, in den Muskeln des kleinen Fingers, in den Mm. interossei, lumbricoides quartus und adductor pollicis.

Der motorische Ast für den **M. ulnaris internus** tritt ganz nach aussen am Ulnarrande des Vorderarms (circa $^3/_4$—1″ unterhalb des Condyl. int.) in den Muskel ein und ist zuweilen zu

isoliren. Auch die directe Reizung des Muskelbauches selbst giebt in seinem ganzen Verlaufe einen schönen Effect. Er beugt die Hand gegen die Ulnarseite hin (vergl. Fig. 13).

Rückt man mit der Electrode vom Bauche des M. ulnaris internus aus etwas weiter nach der Radialseite zu, so erfolgt sogleich energische Verkürzung der anliegenden Bündel des M. flexor digitor. profund.

Der Ulnaris-Ast für den **M. flexor digitor. profund.** tritt weiter nach innen (circa 1—1 1/2″ unterhalb des Condyl. intern.) in den Muskel ein. Er ist ebensowenig, wie der Median-Ast desselben Muskels zu isoliren.

Nach dem Abgange des Rücken-Astes ist der **N. ulnaris** eine grosse Strecke weit über dem Handgelenk an der Radialseite der Sehne des M. ulnaris internus, ganz oberflächlich gelegen (vgl. Fig. 13), und setzt, hier gereizt, Schmerz in den Volarzweigen, sowie in den oben genannten Handmuskeln. Die Hand wird hohl, der Daumen adducirt, der kleine Finger stark gebeugt und opponirt, die übrigen Finger im Metacarpo-Phalangeal-Gelenke mässig gebeugt.

Die Ulnaris-Zweige der kleinen Handmuskeln sind — jedoch nicht ohne gleichzeitige intramusculäre Reizung — an nachstehenden, auf Fig. 13 bezeichneten Orten zu reizen.

Der Ast des **M. abductor digiti minimi** tritt vom Dorsal-Aste ab und ist am Ulnar-Rande der Hand an der äusseren Seite des Os pisiforme zu suchen.

Der Ast des **M. flex. digit. minim.** etwa 3/4″ vor dem Haken des Os hamat.

Der Ast des **M. oppon. digit. minimi** etwas weiter nach innen und vorne.

Zwischen dieser Stelle und dem Hakenbeine ist der Ulnarzweig für den **M. palmaris brevis** oder dieser selbst zu reizen. Die Verkürzung dieses kleinen Muskels setzt eine furchenartige Einziehung der Haut des Ulnarrandes (in der Nähe der Handwurzel, höchstens bis zur Mitte des Metacarpus) sowie eine schwächere Einziehung längs des Ulnarrandes des Ligam.

carp. vol. propr. Indem diese beiden Einziehungen sich einander nähern, wird der Kleinfingerballen etwas herausgewölbt.

Verwachsungen der Muskeln hindern auch hier häufig isolirte Verkürzungen der einzelnen Muskeln.

Bei mageren Händen mit nicht dicker Epidermis gelingt es leicht, den **Ram. volaris profundus** dicht vor dem Uncus ossis hamati bei seinem Eintritte zwischen M. flexor und opponens digit. minimi zu isoliren (vgl. Fig. 13).

Der bogenförmig durch die Hohlhand zum **M. adductor pollicis** laufende Ast ist zuweilen zwischen den Metacarpalknochen des Zeige- und Mittelfingers zu treffen (vgl. Fig. 13), jedoch ist hierbei die Reizung der betreffenden sensiblen Medianzweige nicht zu vermeiden.

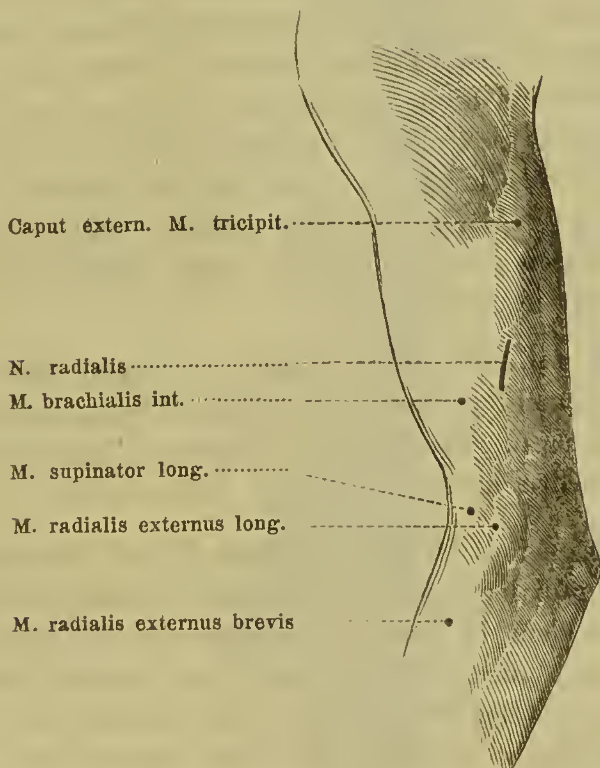
Die **Mm. interossei** von der Hohlhand aus isolirt zu reizen, gelingt nicht wegen der Dicke der Bedeckungen. Man begnüge sich deshalb mit der intramusculären Reizung, welche auf dem Rücken der Hand vorgenommen werden kann (vgl. Fig. 15). Mit schwachem Strome und mässig starkem Aufsetzen der Electrode erlangt man hier eine Wirkung auf jeden M. interosseus externus allein — also Abduction des Zeige- oder Mittel- oder Ringfingers von der Mittellinie. Bei stärkerem Strome und kräftigem Aufdrücken der Electrode tritt hierzu die Wirkung der Mm. interossei interni, so dass beide gemeinsam bei gestrecktem Finger die erste Phalanx gegen den Metacarpus beugen. Gleichzeitig findet aber, wenn nur eine Electrode angewandt wird, eine Abduction des Fingers nach der gereizten Seite hin Statt.

Der **N. radialis** liegt am hintern Rande der Achselhöhle erreichbar, am oberflächlichsten aber und mit starkem Drucke sicher zu comprimiren ist er an der äusseren Kante des Oberarmknochens — da, wo er sich um denselben nach vorne herumwindet. Man findet diese Stelle leicht, wenn man die Mitte zwischen dem Ansatze des Deltoideus und dem Condyl. ext. humeri aufsucht, und von dieser aus etwas nach aussen rückt (vgl. Fig. 14). Weiter abwärts zwischen Supinator longus und Brachialis intern. liegt er tiefer, aber doch auch erreichbar.

Die Aeste für die einzelnen Triceps-Köpfe treten vom

Radialis während seines spiraligen Verlaufes um den Humerus von ihm ab, sind aber wegen ihres tiefen Eintrittes nicht genau zu isoliren. Man muss sich mit der directen Reizung der einzelnen Köpfe begnügen, die auch einen hinreichend kräftigen Effect bei mässiger Schmerzhaftigkeit gewährt. Die Reizungsstelle für den äusseren Kopf ist auf Fig. 14, für den innern auf Fig. 12 angegeben.

Fig. 14.



Der für den **M. brachialis intern.** bestimmte Ast des N. radialis (vgl. Fig. 14) fehlt nicht selten, oder lässt sich wenigstens zuweilen nicht faradisch nachweisen.

Für den **M. supinator long.** gehen am Oberarm mehrere (gewöhnlich zwei) Aeste vom N. radialis ab, und treten 1″ von einander entfernt (der unterste dicht oberhalb des Condyl. extern.) von der Tiefe her in den Muskel ein. Isolirte Reizung dieser Zweige ist wegen des tiefen Eintrittes unmöglich. Man erhält

indessen, wenn man über der Eintrittsstelle des unteren Astes am Condylus (vgl. Fig. 14) die Electrode aufsetzt, einen recht kräftigen Effect, nämlich Beugung des Vorderarms in einer Stellung, welche die Mitte hält zwischen Pronation und Supination. Eine Supination findet also durch den Supinator long. nur dann Statt, wenn der Vorderarm stark pronirt stand; im Uebrigen ist er als Beugemuskel zu betrachten.

Reizung des N. radialis über dem Condyl. extern. erregt schmerzhafte Sensation im Bereich des N. radial. superfic. bis zu den Fingern hin (Dorsalfläche), sowie Verkürzung im M. supinat. brevis, Ulnaris extern., Radialis extern., Extens. digit. commun., Extens. indicis und digit. minim. propr., Extens. poll. long. und brevis und Abductor poll. — folglich Supination des Vorderarms mit completer Streckung der Hand und des Daumens, Streckung der ersten Phalangen der übrigen Finger, während die beiden letzten Phalangen schwach gebeugt stehen bleiben, weil die Mm. interossei nicht in Action sind.

Der **M. radialis extern. long.** ist wegen tiefen Eintritts seiner Nerven nicht auf extramusculärem Wege, sondern nur auf intramusculärem zu reizen. Den kräftigsten Effect giebt das Aufsetzen unmittelbar unter den Condyl. externus (vgl. Fig. 14).

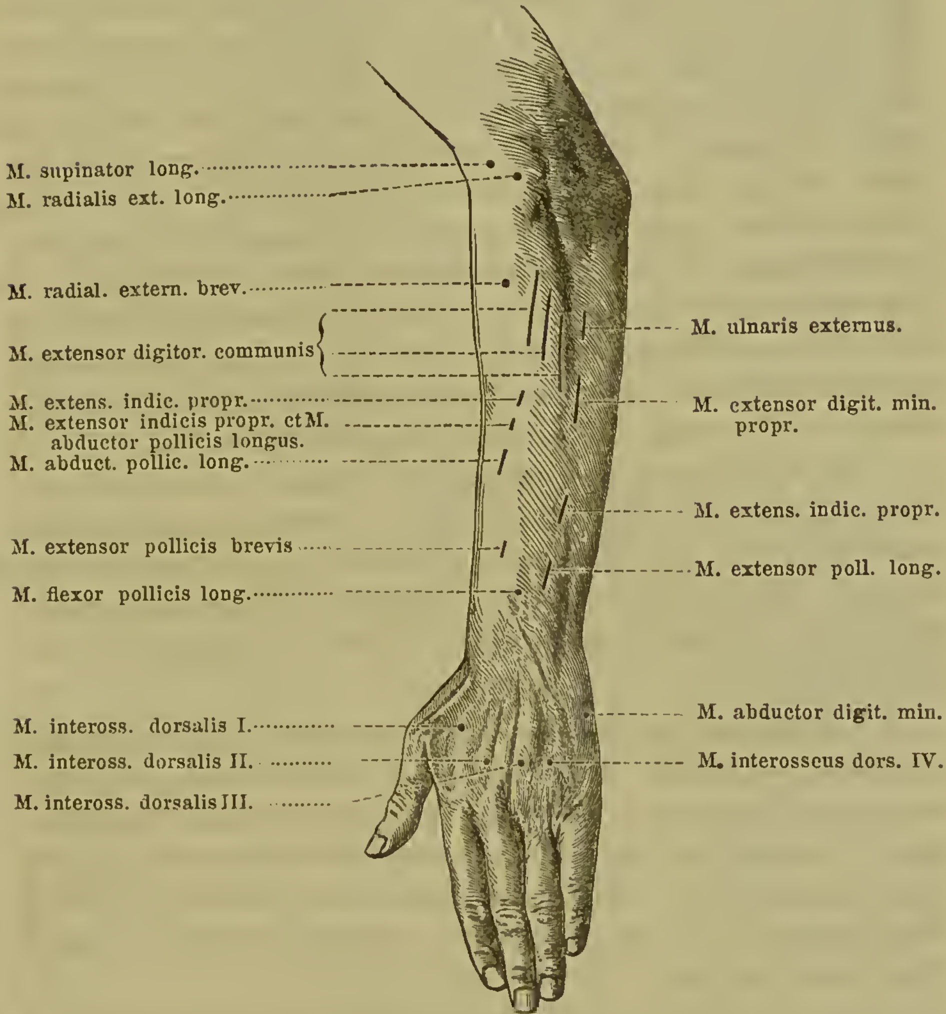
Während seines Durchtritts durch den **M. supinator brevis** giebt der N. radialis profundus für diesen Muskel zwei Aeste ab, welche hinter dem M. radialis externus brevis liegend, nur bei mageren Leuten durch Verschiebung des letzteren direct gereizt werden können. Der **M. radialis extern. brevis** selbst ist direct zu reizen und leicht zu findcn (vgl. Fig. 14 und 15).

Nach seinem Durchtritte durch den M. supinator brevis bildet der N. radial. profundus eine Art von Knoten oder Gänsefuss, aus dem die meisten der nachstehenden Aeste entspringen. Derselbe ist bei sehr mageren Leuten zuweilen isolirt zu reizen.

Zunächst erhält der **M. extensor digit. commun.** zwei Aeste, von denen der eine — kürzere — von der Tiefe her mehr nach dem Radialrande des Muskels hin, der andere — ungefähr $1/2''$ länger — in gleicher Höhe, jedoch mehr an dem Ulnar-Rande

des Muskels, in diesen sich einsenkt. Man thut gut, sieh hier beider Electroden zu bedienen, weil man nur durch die Erregung beider Aeste eine complete Verkürzung aller Bündel dieses Muskels erzielt.

Fig. 15.



Bei vielen Personen jedoeh handelt es sich offenbar nicht um eine Reizung der motorischen Nerven, sondern um direete Muskelreizung. Da diese wegen ihrer constanteren Wirkung bei geringer Empfindlichkeit der Haut therapeutisehen Intentionen mehr Genüge leistet, als jene, so habe ich Fig. 15 die für direete Reizung der einzelnen Bündel geeigneten Regionen dureh Striehe

angedeutet. Auch bei der directen Reizung ist selbstredend die Application beider Electroden nothwendig, um eine complete Verkürzung zu erzielen.

Der Effect der Letzteren ist Streckung der Hand und der Finger, wobei diese von einander entfernt (gespreizt) werden, und die beiden letzten Phalangen in leichter Beugung verharren. Man kann an sich selbst am besten wahrnehmen, dass die beiden letzten Phalangen von dem Ext. digitor. comm. unabhängig sind. Reizt man den letzteren mit sehr kräftigem Strome, so stehen die ersten Phalangen in äusserster Streckung und können selbst mit grossem Kraftaufwand nicht gebeugt werden. Die beiden letzten Phalangen sind dagegen frei beweglich und erlauben passive Beuge- und Streckbewegungen mit ihnen vorzunehmen. Die Contraction der Interossei bewirkt erst eine energische Streckung der vordersten Phalangen. Diese muss also zu dem Extens. digit. comm. hinzutreten, wenn Streckung sämmtlicher Phalangen gleichzeitig mit Streckung der Hand zu Stande kommen soll.

Es ist übrigens überaus leicht, Contractionen in den einzelnen Bündeln des M. extensor digitor. comm., welche ziemlich unabhängig von einander sind und durch die zweckmässige Anordnung der Sehnen eine isolirte Streckung jedes Fingers erzeugen lassen, zu erzielen, wenn man sich der intramusculären Reizung bedient.

Der nächste Ast des N. radialis ist der für den **M. ulnaris externus** bestimmte. Kurz und dick dringt er von der Tiefe her in den Muskel ein, und zwar in der Nähe seines Radialrandes. Dass sich der Nerv isoliren lässt, ist unzweifelhaft, allein es ist darauf nicht bestimmt zu rechnen und deshalb die directe Muskelreizung an oder über dem Eintritt des Nerven (vergl. Fig. 15) zu wählen.

Der Effect der Verkürzung des Ulnaris externus ist Streckung der Hand nach dem Ulnarrande hin.

Der **M. anconaeus quartus** erhält zwei Aestchen vom N. radialis, welche am Radialrande eintreten. Durch diese oder direct in Contraction versetzt, bewirkt der Muskel eine deutliche, aber schwache Streckung des Vorderarmes.

Der **M. abductor pollicis longus** erhält gewöhnlich ein

langes Zweiglein des Radialis von oben her, welches auf seinem Laufe häufig an mehreren Stellen isolirt gereizt werden kann, constant aber nur in der Nähe des Muskels.

Fast immer findet man oberhalb dieser Stelle auch den Ast für den **M. extens. digiti indicis proprius.** Die Electrode wird hier hart am Radialrande des M. extens. digit. comm. aufgesetzt. Zwischen den motorischen Punkten der Mm. extensor indic. propr. und abductor pollic. long. gerade in der Mitte trifft man einen für beide genannten Muskeln gemeinsamen Reizpunkt (vgl. Fig. 15).

Am Ulnarrande des Vorderarms trifft man zuerst den Ast des **M. extensor digiti minimi propr.** (vgl. Fig. 15), welcher sich jedoch nur selten isolirt — ohne gleichzeitige Läsion der Muskelsubstanz — reizen lässt. Der auf der Figur gezeichnete Strich zeigt die Ausdehnung an, in welcher der Muskel der directen Reizung zugänglich ist.

Es folgt dann weiter unten der **M. extensor indicis proprius,** dessen Nervenzweig schon oben am Radialrande des gemeinsamen Fingerstreckers zu isoliren war. Weiter nach innen, am Radialrande der Sehnen des M. extens. digit. comm. präsentirt sich der gemeinsame Ast für die beiden **Mm. extensores pollicis** (dieser liess sich bei der für Fig. 15 verwertheten Versuchsperson nicht nachweisen, während es übrigens bei den meisten Menschen keine Schwierigkeit hat — die motorischen Punkte für jeden einzelnen Muskel sind in Fig. 15 vorhanden), welcher in grösserer oder geringerer Entfernung von dem Bestimmungsorte in zwei Aeste — der eine für den Extens. poll. brevis, der andere für den longus — zerfährt, und somit sowohl eine isolirte Verkürzung jedes einzelnen Muskels möglich macht, als auch eine gleichzeitige Contraction beider Strecker des Daumens gestattet, indem man mit der Electrode über die heilungsstelle hinauf auf den gemeinsamen Ast rückt.

Man wird sich nach diesen Angaben bald mit den etwas complicirten Lageverhältnissen der Muskeln des Vorderarms und ihrer Nerven vertraut machen. Die isolirte Reizung der einzelnen motorischen Zweige bietet hier, mit einer feinen Electrode

ausgeführt, bei mageren Armen oft nicht mehr Schwierigkeiten, als wir am Kopfe und am Halse vorfinden. Andererseits ist hervorzuheben, dass es bei einer solchen Anzahl von kleinen Muskeln, welche sich zum grossen Theil berühren oder decken, und deren Nerven aus dem oben erwähnten Knoten entspringend und sich von hier aus fächerförmig ausbreitend, einander sehr nahe liegen müssen, sehr schwer, ja vielfach unmöglich ist, mit Sicherheit zu sagen, ob die Verkürzung des Muskels durch Reizung des motorischen Nerven oder der Muskelsubstanz gesetzt ist. Es kommt ja hierauf auch am Ende wenig an.

Rumpf.

Ueber die **Musculi intercostales** habe ich Gelegenheit gehabt, interessante Beobachtungen an zwei kräftigen Männern zu machen, welche angeborenen Mangel des M. pectoralis minor und fast der ganzen Portio sternocostalis des M. pectoralis major (vom ganzen Sternum ist nur das Manubrium der Ursprung von Fasern, sodass der untere Rand des Muskelrudiments in der Nähe des Sternums dem oberen Rande der 2. Rippe entspricht) auf einer Seite zeigten. Bei beiden lagen die obersten vier Intercostalräume (der erste nur dann, wenn man die Clavicularportion des Pector. major hinaufdrängt nach der Clavicula) frei und nur von der Haut bedeckt zu Tage und gestatteten die sorgfältigste Exploration.

Der erste Fall (Ch. Köppen, 44 J. alt, Arbeiter) wurde von mir in Greifswald im Jahre 1856 aufgefunden, der 2. Kranke (Friedr. Geyer, 19 J. alt, Schuhmachergeselle) befindet sich in der Erlanger Poliklinik. Bei dem ersten Kranken befindet sich der Defect auf der rechten, bei dem zweiten auf der linken Brusthälfte.

Es ist endlich ein dritter Fall — ebenfalls aus der Erlanger Klinik — im Jahre 1860 von Baeumler [1]) beschrieben, welcher genau denselben Defect des Pectoralis major und minor

1) Baeumler Beobachtungen und Geschichtliches über die Wirkung der Zwischenrippenmuskeln. Inaug.-Abhandlung. Erlangen 1860.

rechterseits darbietet. Da auch dieser 3. Fall von Baeumler in Bezug auf die Function der Intercostalmuskeln sehr genau untersucht ist, so kann ich die Ergebnisse desselben um so eher hier mit aufführen, als dieselben bis auf einen Punkt genau mit den meinigen übereinstimmen.

Dieser Differenzpunkt, welcher auch zwischen meinen eigenen Beobachtungen besteht, ist folgender:

Eine genaue Betrachtung der Respirationsbewegungen Seitens der Rippen und der freiliegenden Zwischenrippenräume ergiebt bei Koeppen, dass die Intercostalräume sich bei ruhiger Inspiration erheblich vertiefen, bei der Exspiration aber fast ins Niveau der Rippenfläche treten. Dass bei dieser inspiratorischen Vertiefung immer die nächstuntere Rippe gehoben wird, fühlt man deutlich mit dem in den Intercostalraum eingelegten Finger, welcher bei jeder Inspiration von den Rippen gedrückt wird.

Bei forcirter Inspiration sinken in der ersten Hälfte derselben die Intercostalräume wie gewöhnlich ein; in der letzten Hälfte dagegen, also dann, wenn es wirklich auf gewaltsame Erweiterung des Brustkastens ankommt, verschwindet die Vertiefung plötzlich, die Intercostalräume werden zu einer fast im Niveau der Rippen liegenden Ebene und man fühlt mit den Fingerspitzen die Contraction der Intercostales externi.

Bei der Exspiration sinkt die Rippe herab und vermindert sich der Widerstand der Intercostalmuskeln, wie der in den Intercostalraum eingesetzte Finger verspürt.

Bei Baeumler's Kranken, sowie bei meinem zweiten Falle, war dagegen das inspiratorische Einsinken bei ruhigem Athmen nicht wahrnehmbar, vielmehr fand hier nur im Beginn einer forcirten Inspiration ein leichtes Einsinken der Intercostalräume Statt, um sofort, wie oben angegeben, ausgeglichen zu werden. Nach diesen und einigen andern Beobachtungen von Baeumler und mir bin ich jetzt geneigt, mit Baeumler anzunehmen, dass das inspiratorische Einsinken der Intercostalräume ein rein physikalisches Phaenomen sei, welches seinen Grund in einer vorübergehenden Herabsetzung des intrathoracischen Druckes durch rasche Contraction des Zwerchfelles, bevor die Intercostalmuskeln ihre Verkürzung begonnen haben, finde.

In den übrigen wichtigeren Erscheinungen stimmen alle Beobachtungen von *Bäumler* und mir durchaus überein: Lässt man den intrathoracischen Druck durch kräftige Exspirationsbewegung bei verengter oder geschlossener Glottis *abnorm steigern* (durch Husten, Lachen, Pressen), so bemerkt man bei jedem einzelnen Exspirationsstosse *eine Hervorwölbung jedes Intercostalraumes über die Rippenoberfläche in Form eines Wulstes von 1—2‴ Höhe*, welcher sowohl gesehen als gefühlt werden kann. Die Spatia intercartilaginea zeigen eine sehr geringe Betheiligung an dieser Bewegung der Intercostalräume.

Die Reizung des einzelnen M. intercostalis externus vermittelst einer dünnen Electrode, welche ich unmittelbar am Ursprunge des M. serratus magnus scharf gegen den unteren Rand der obern Rippe andrücke, *setzt während ruhiger Respiration sofort eine Contraction des M. intercost. ext. von der Reizungsstelle bis zur Verbindung der Rippen mit ihren Knorpeln, und damit eine kräftige, deutlich sichtbare und fühlbare Erhebung der nächstunteren Rippe nach aussen und oben.* Diese Erhebung theilt sich mittelbar auch der zweituntern Rippe mit, deren Bewegung man ebenfalls sowohl sehen, als mit den aufgelegten Fingerspitzen fühlen kann.

Verstärke ich auch den Strom allmälig, so zwar dass ich annehmen muss, dass er bis zu dem M. intercost. internus durchdringt, so lässt sich doch keine Veränderung in der Stellung der Rippe und des Zwischenrippenraumes wahrnehmen. Letzterer steht, so lange die Reizung währt, starr in einer schief nach aussen abfallenden Ebene und ist steinhart anzufühlen. *Die während der Dauer der Reizung vor sich gehenden Inspirationen und Exspirationen ändern Nichts an diesem Zustande.* Lasse ich während der Reizung forcirte In- und Exspirationsbewegungen vornehmen, z. B. husten, so bleiben die gereizten Intercostalmuskeln unverändert wie eine Wand stehen, während an den übrigen Intercostalräumen das Zurücksinken und Vorwölben deutlich wahrnehmbar ist.

Drücke ich auch mit aller Kraft meiner Arme und Finger die untere Rippe herab und reize dann die Intercostalmuskeln, so

ist doch ein Herabgehen der oberen Rippe nicht erkennbar, vielmehr werden die drückenden Finger durch die untere Rippe gehoben.

Mit starkem Strome konnte ich den Widerstand der Ligamenta coruscantia überwinden und so auf die zwischen den Rippenknorpeln gelegene Partie des M. intercost. intern. isolirt einwirken. Die Verkürzung derselben bewirkt eine ziemlich kräftige Erhebung der nächstunteren Rippe.

Aus diesen Beobachtungen scheinen folgende Resultate hervorzugehen:

An den vier obersten Intercostalräumen treten bei ruhiger Inspiration die Mm. intercostales nur wenig in Thätigkeit, um so intensiver dagegen ist ihre Contraction bei gewaltsamer Inspiration. Sowohl die Mm. intercostales interni als die externi sind Heber der Rippen.

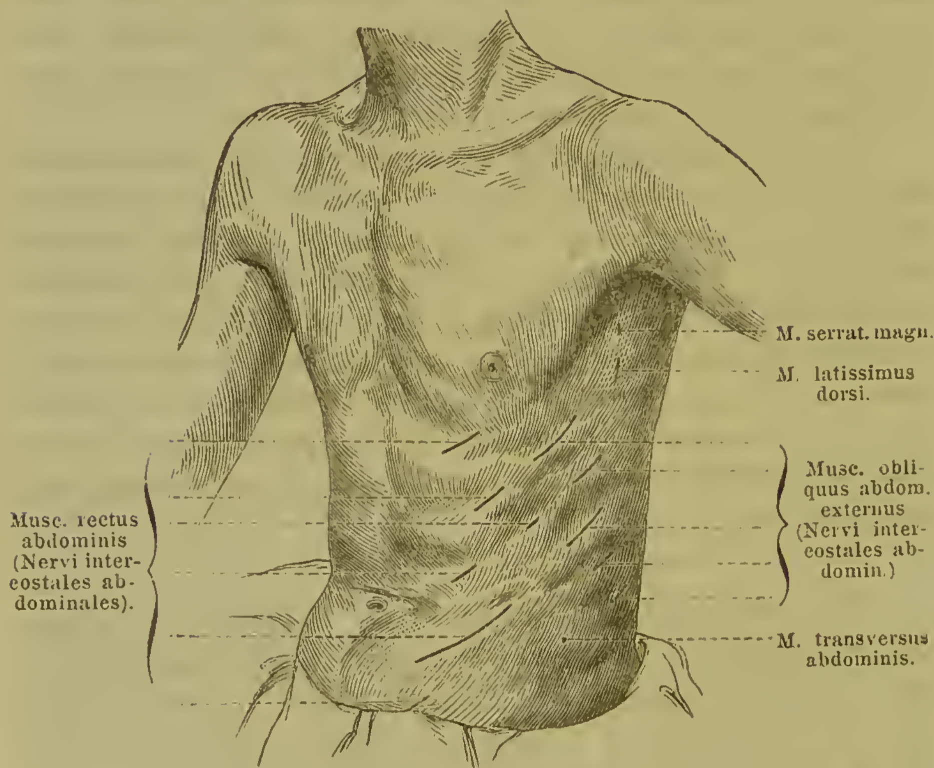
Bei der Exspiration verhalten sich die Intercostales der vier obersten Zwischenräume relaxirt und werden bei forcirter Exspiration über das Niveau der Rippen hervorgewölbt, indem die Compression der unteren Hälfte des Thorax und der enthaltenen Luft Seitens der exspiratorischen Hülfsmuskeln den inneren Druck abnorm steigert. Während des faradischen Tetanus des Intercostalmuskels unterbleibt an demselben die Relaxation resp. Vorwölbung bei der Exspiration.

Die **Bauchmuskeln** gestatten einer Electrode nur bündelweise Contractionen, da sie von mehreren Nerven innervirt werden. Die Nn. intercostales abdominales sind zum grössten Theile in den Intercostalräumen einzeln zu verfolgen, und die isolirte Erregung der einzelnen setzt natürlich nur eine complete Contraction der von ihnen versorgten Bündel. Man kann durch Theilung der Leitungsdrähte sich so viele Electroden schaffen, dass man auf jeden Intercostalnerv isolirte Reizung ausüben kann. Dieses Verfahren ist aber umständlich und zeitraubend, und bringt uns doch die Totalwirkung des Muskels nicht rein zur Anschauung. Für

den praktischen Zweck genügt es, die einzelnen Bündel zur Verkürzung zu bringen.

Der **M. rectus abdominis** erhält ebensoviele Nerven, als er Bäuche zählt. Diese treten am äusseren Rande in ihn ein und gestatten nur an den Eintrittsstellen isolirte Reizung, da sie weiterhin von dem M. obliquus bedeckt werden (vergl. Fig. 16). Man entdeckt sie leicht am äusseren Rande ziemlich in der Mitte, und findet, dass der Reizung jedes einzelnen Nerven ein Hart- und Prallwerden des entsprechenden Muskelbauches folgt. Die oberen Portionen ziehen die Bauchwand nach

Fig. 16.



oben, die unter dem Nabel gelegenen nach unten. Alle ziehen dabei — so weit sie sich erstrecken — die Bauchwand nach innen hinein, oder vielmehr s i e s u c h e n e i n e E b e n e z w i s c h e n S y m p h y s e u n d S t e r n u m herzustellen. Dies ist am besten an der unter dem Nabel gelegenen Portion bemerkbar.

welche, sie mag in zwei Bäuche getheilt sein oder nicht, von zwei Nerven, einem oberen starken und einem unteren schwachen, versorgt wird. Bei nicht zu starkem Panniculus adipos. sieht man hier (wenn man die bezeichneten Nerven sowohl rechts als links reizt) kräftiges Herabziehen des Nabels mit Einsinken des (nach unten abgestumpften) Dreieckes, welches die untere Portion bildet, während die Bauchwand zu beiden Seiten gewölbt bleibt. Es genügt schon, um diesen Effect hervorzubringen, den oberen (dickeren) Nerven auf beiden Seiten zu reizen. Besser aber noch ist die Wirkung, wenn man mit vier Electroden die oberen und unteren Nerven gleichzeitig reizt (vgl. Fig. 16).

Die Nerven des **M. obliquus abdominis externus** suche man in den untern Intercostalräumen am Ursprunge der obern Zacken des Muskels. Ich habe stets gefunden, dass die zum Poupart'schen Bande herablaufenden Bündel, welche vom 11. und 12. Dorsalnerven versorgt werden, die kräftigste Verkürzung gestatten, weil man am freien Ende der 11. und der 12. Rippe am tiefsten mit der Electrode auf den Nerven eindringen kann, und dass sie die kräftigste Wirkung äussern, weil sie die längsten und mächtigsten sind. Es erfolgt bedeutende Abflachung des Bauches in der Richtung der verkürzten Bündel, welche eine harte Wand darstellen. Reizt man die äusseren Bündel der Mm. obliqui externi beiderseits mit mehreren Electroden, so gewinnt die Bauchwand eine komische Configuration. Die äussere Partie beiderseits ist zu einer Ebene geworden, während die mittlere Partie der Bauchwand eine starke, schmale Vorwölbung bildet.

Auf den **M. transversus abdominis** wirkt man recht kräftig, wenn man die Electrode beiderseits über der Crista ilei, nahe dem äusseren Rande des Quadrat. lumb. (vergl. Fig. 16) in die Weiche eindrückt. Selbst bei mageren Personen gelingt es indessen nicht immer, den M. transversus zu erreichen, und man kann zuweilen nicht die geringste Wirkung von dem Muskel erzielen. Bei günstiger Beschaffenheit des Bauches erfolgt tiefe Einschnürung desselben in die Quere. Bedient man sich hier eines starken Stromes, so erhält man eine ebenso kräftige Wirkung, als wenn der Mensch sich seiner Bauchpresse zur Entleerung des Rectum, des Uterus, oder der Blase mit grösster An-

strengung bedient. Man hört auch die specifischen Presstöne, welche diese extreme Exspirationsbewegung mit Hülfe der verengten Glottis erzeugt. Rückt man mit der Electrode weiter nach vorn, so erlangt man durch kräftiges Eindrücken oberhalb der Spina ilei ant. sup. eine partielle Wirkung auf den **M. obliquus abdom. internus.**

Von den **Rückenmuskeln** sind schon einige bei der Betrachtung des Halses erwähnt. Diese liessen sich durch extramusculäre Reizung ihrer Nerven zur Verkürzung bringen. Der intramusculären Reizung zugängig ist noch der **M. splenius capitis,** dessen Reizung an seinem äusseren Rande (vgl. Taf.) eine ziemlich kräftige Drehung des Kopfes nach derselben Seite hin erzeugt. Die übrigen, tiefer gelegenen Muskeln des Halses und Nackens entziehen sich einer localisirten Faradisirung, wenigstens einer isolirten, gänzlich.

Der **M. latissimus dorsi,** sowie der **M. teres major** und **minor** und **M. serratus postic. inf.** gestatten meistentheils nur intramusculäre Reizung, indessen kann man im M. latissimus am obern vordern Ende desselben — also an der hintern Wand der Achselhöhle — indem man mit der Electrode zwischen Thoraxwand und Scapula resp. Rand des Latiss. dorsi eindringt und die Electrodenspitze nach aussen richtet, von der Innenfläche des Muskels her seinen Nerven (N. thoracico-dorsalis) erreichen, und eine kräftige Contraction erzeugen (vrgl. Fig. 16).

Von den Rückenmuskeln der dritten Schicht ist es nur der **M. opistothenar,** von dem ich durch starke Ströme auf intramusculärem Wege eine isolirte Wirkung erzielt habe. Ich konnte durch seine Verkürzung die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite hin beugen, ja selbst bei einem Menschen, der an hochgradiger Scoliose in Folge einer Contractur des M. quadrat. lumb. und opistothenar litt, konnte ich die Wirbelsäule durch Faradisirung der homologen Muskeln der anderen Seite temporär grade stellen.

Untere Extremitäten.

Die isolirte Erregung der motorischen Nerven an den Unterextremitäten bietet insofern weniger Schwierigkeiten, als hier die gröberen Verhältnisse nicht eine so bedeutende Genauigkeit in der Ausführung nöthig machen. Andererseits aber treffen wir an den Unterextremitäten im Allgemeinen eine dickere Epidermis sowie ein stärkeres Fettpolster an, als an den Oberextremitäten. Wir finden ferner, dass die einzelnen motorischen Zweige häufig aus der Tiefe her in ihre Muskeln eintreten und deshalb der Electrode nicht erreichbar sind. Aus diesen Gründen, sowie wegen des grösseren Volumens der Muskeln bedürfen wir an den Oberschenkeln stets eines stärkeren Stromes als an den übrigen Theilen des Körpers. An den Unterschenkeln ist die Empfindlichkeit der Haut vermöge ihres grossen Reichthums an sensiblen Nerven so beträchtlich, dass sich hier die Anwendung starker Ströme meistentheils von selbst verbietet. Endlich ist zu erwägen, dass bei der grossen Flächenausdehnung hier Varianten im Verlauf der Nerven und in der Art und Weise ihrer Verbreitung in den Muskeln weit häufiger sind, dass also die motorischen Punkte in ihrer Lage nur annähernd richtig bestimmt werden können.

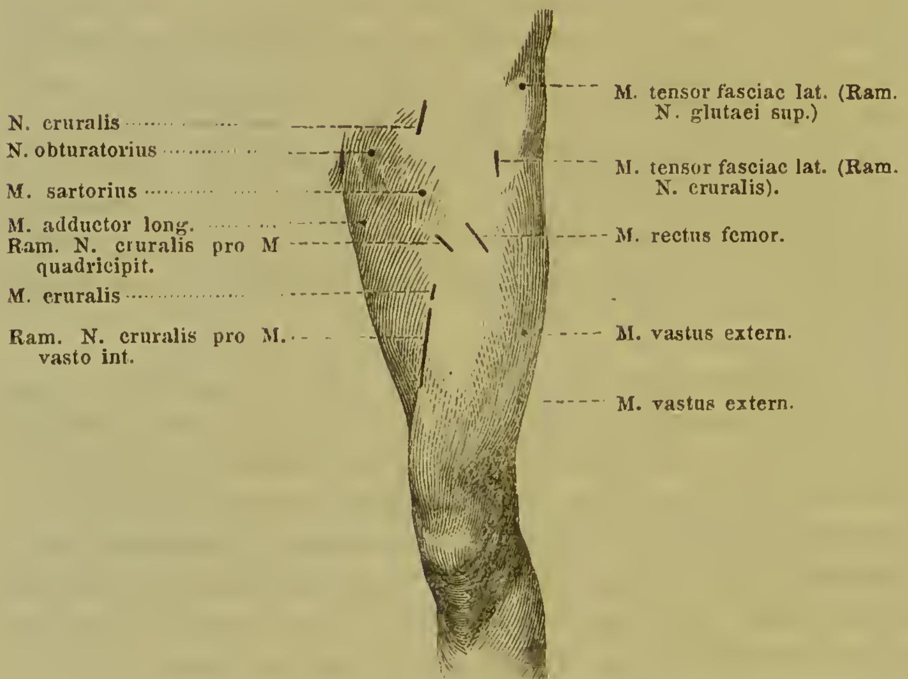
Der **Nerv. cruralis** liegt nach seinem Durchtritte unter dem Lig. Poupartii in der Rinne des M. iliacus ganz oberflächlich und kann eine Strecke weit gereizt werden (vgl. Fig. 17). Seine Erregung setzt äusserst energische Streckung des Unterschenkels, allein auch erhebliche Schmerzen im Bereiche des N. saphenus major, minor und cutan. femor. ant. und med., also an der vorderen und inneren Seite des Oberschenkels, des Knie's und der Innenfläche des Unterschenkels bis zur grossen Zehe.

Bei manchen besonders mageren Personen gelingt es sehr gut, den Hauptast des N. cruralis, welcher für den **M. extensor cruris quadriceps** bestimmt ist, am innern Rande des M. rectus (vgl. Fig. 17) zu finden. Die Reizung desselben, welche einen kräftigen Druck erfordert, setzt gleichzeitige Contraction aller Strecker an der vordern Obcrschenkelfläche.

Die motorischen Aeste des N. cruralis lassen sich zum grössten Theil isoliren, jedoch mit Sicherheit nur bei mageren Leuten. Bei fetten Personen mit dicken Oberschenkeln gelingt eine Isolirung der einzelnen Muskelnerven nur in sehr beschränktem Maasse, während die directe Reizung der Muskeln über den Eintrittsstellen ihrer Nerven immer noch einen recht kräftigen Effect giebt.

Der Ast des **M. rectus femoris** tritt von hinten her, aber doch mehr am inneren Rande desselben ein, und zerfährt kurz vor seinem Eintritte (in einer Entfernung von 4—5$^1/_2$″ von der Spina ilei ant. sup.) in zwei oder mehr Zweige. Man schiebt hier die Electrode vom inneren Rande her scharf unter den Muskel.

Fig. 17.



Der **M. vastus extern.** erhält zwei Aeste, welche an dem äusseren Rande des Rect. fem., circa 2—3″ von einander entfernt bald höher, bald tiefer in den Muskel eintreten. Schon die Erregung des oberen (stärkeren) Astes setzt kräftige Contraction des Vastus externus, wobei der innere Rand wie eine harte Kante

vorspringt; die Wirkung ist aber noch besser, wenn man für den untern Ast die negative Electrode herbeizieht (vgl. Fig. 17).

Der **M. cruralis** erhält mehrere Aeste, von denen bald der äussere, bald der innere stärker und der Electrode erreichbar ist. Bei der für Fig. 17 benutzten Versuchsperson gelang die Verkürzung ziemlich vollständig vom innern Rande (vgl. Fig. 17) her. Jedoch bleibt es zweifelhaft, ob hier nicht directe Muskelreizung vorlag.

Der motorische Ast des **M. vastus internus** ist nächst dem N. cruralis am leichtesten zu isoliren, da er ungetheilt und oberflächlich einige Zoll zwischen Vast. int. und Sartorius herabläuft (vgl. Fig. 17). Schon ein mässig starker Strom setzt eine sehr energische Verkürzung des Muskels, indessen ist hierbei die gleichzeitige Reizung des Nerv. saphenus major oder minor schwer zu vermeiden. Man senke den Griff der Electrode gegen den andern Oberschenkel und dränge den Ast des Vast. internus während des Aufsetzens etwas nach aussen. Auf diese Weise wird man dem Patienten einen erheblichen Schmerz ersparen.

Der **M. sartorius** erhält mehrere Aeste von N. cruralis, jedoch ist der oberste Ast, welcher ziemlich weit oben vom Cruralis abtritt, gewöhnlich der stärkste und deshalb mit der negativen Electrode zu suchen, dagegen die positive für die unteren Zweige zu verwerthen oder wenn diese nicht zu bestimmen sind, direct auf den Muskelbauch in der unteren Hälfte aufzusetzen. Die obere Electrode lädirt leicht den N. cruralis selbst, indem sie beim Eintritt der Contraction des Sartorius von demselben nach innen abgleitet.

M. tensor fasciae latae erhält meistentheils sowohl vom N. glutaeus superior, als auch vom N. cruralis einen Ast. Der erstere läuft unterhalb der Crista ossis ilei zu dem oberen Theil des Muskels hin, der andere tritt am inneren Rande tiefer als der vorige ein (vgl. Fig. 17). Beide sind leicht zu erreichen.

Der Effect der Contraction des M. tensor fasciae, welche schon bei Reizung seines vorderen kräftigeren Nerven hinreichend energisch ausfällt, ist Anspannung des Fascia lata, wodurch die Wölbung der äusseren Schenkelfläche geebnet und die Muskelmasse des M. vastus extern. nach innen verschoben wird.

Nerv. obturatorius, oder vielmehr das Convolut seiner Zweige (da er sich schon im Canal. obturat. theilt), lässt sich selbst bei starkem Panniculus adipos. sofort am Foram. obturator. erreichen (vgl. Fig. 17), indem man die Electrode fast senkrecht gegen den horizontalen Schambeinast aufsetzt und mit kräftigem Drucke Haut, Fettpolster und M. pectineus über ihm comprimirt. Diese Erregung in toto bewirkt eine äusserst kräftige Adduction des Oberschenkels, ist aber sehr schmerzhaft, theils durch den grossen Reichthum der Haut an sensiblen Nerven (aus dem N. genitocruralis), theils wegen der grossen Menge sensibler Fasern, welche dem N. obturator. selbst beigemischt, sich später an der inneren Seite des Oberschenkels und des Knie's verbreiten.

Die Aeste des Obturatorius, welche sofort nach dem Austritte von hinten her in den **M. pectineus** eintreten, sind nicht zu isoliren, sondern machen eine intramusculäre Reizung nothwendig.

Der Zweig für den **M. adductor brevis** tritt, bedeckt vom M. pectineus und circa $1\,^3/_4''$ vom horizontalen Schambeinaste entfernt, in den Muskel von hinten und innen ein, und kann hier durch tiefes Eindrücken der dünnen Electrode zuweilen isolirt werden.

Der Zweig des **M. adductor longus** liegt zwischen diesem Muskel und dem M. pectineus ganz oberflächlich, und kann hier, $2\,^1/_4''$ vom horizontalen Schambeinaste (vgl. Fig. 17), am besten gereizt werden. Weiter abwärts theilt sich der Nerv in zwei divergirende Zweige, welche von der Tiefe her in den Muskel eintreten.

Der Zweig des **M. gracilis** hat den längsten Verlauf und wird zwischen seinem Muskel und dem M. adductor longus, circa $4''$ vom horizontalen Schambeinaste am leichtesten gefunden. Sein Eintritt geschieht etwas später (circa 6—7″ vom Os pubis entfernt), nachdem er kurz vorher in sieben bis acht kurze Zweige zerfahren ist.

Der hintere Ast des N. obturatorius geht durch den M. obturator. extern. hindurch nach hinten zum **M. adductor magnus.** Sein Eintritt in denselben liegt tief und vom M. adduct. brevis

bedeckt, circa $2^3/_4''$ vom horizontalen Schambeinast entfernt. Er kann hier nur bei sehr schlaffer Musculatur und fettloser Haut durch tiefes Eindrücken der Electrode erreicht werden. Leichter und schmerzloser geschieht die Reizung des Muskels am hintern innern Umfange des Oberschenkels (vgl. Fig. 18), wo eine sehr kräftige Wirkung erzielt wird.

Der **N. glutaeus superior** entgeht durch seine tiefe Lage der directen Reizung. Nur einmal bei einem sehr mageren Manne war ich im Stande seinen mittleren Ast hinter und über dem Trochanter major zu isoliren und erzielte eine kräftige Verkürzung des M. glutaeus medius. Da sich dieser Nerv zum M. tensor fasciae latae hinaufschlägt, so kann man letzteren in Contraction versetzen, wenn man den Lauf des Nerven dicht unter dem Lab. extern. cristae ilei bis an den Tensor fasciae latae (vgl. Fig. 17) verfolgt.

Der **N. glutaeus inferior** entgeht ebenfalls dem faradischen Strome, weil er von dem M. glutaeus maxim. bedeckt wird, und von der Tiefe her in diesen eintritt. Nicht selten jedoch findet man am untern Umfange der Nates seinen Ram. inferior., der sich nicht selten bis an den unteren Rand des M. glut. maxim. herabschlägt, und kann alsdann von hier aus (vgl. Fig. 18) eine kräftige Verkürzung der unteren Hälfte des grossen Gesässmuskels erzielen. Findet man den Ram. infer. N. glut. inf. nicht, so muss man sich mit der intramusculären Reizung begnügen, welche — für die oberen Muskelbündel ohnehin unentbehrlich — sich schon bei mässigem Strome als zweckentsprechend erweist.

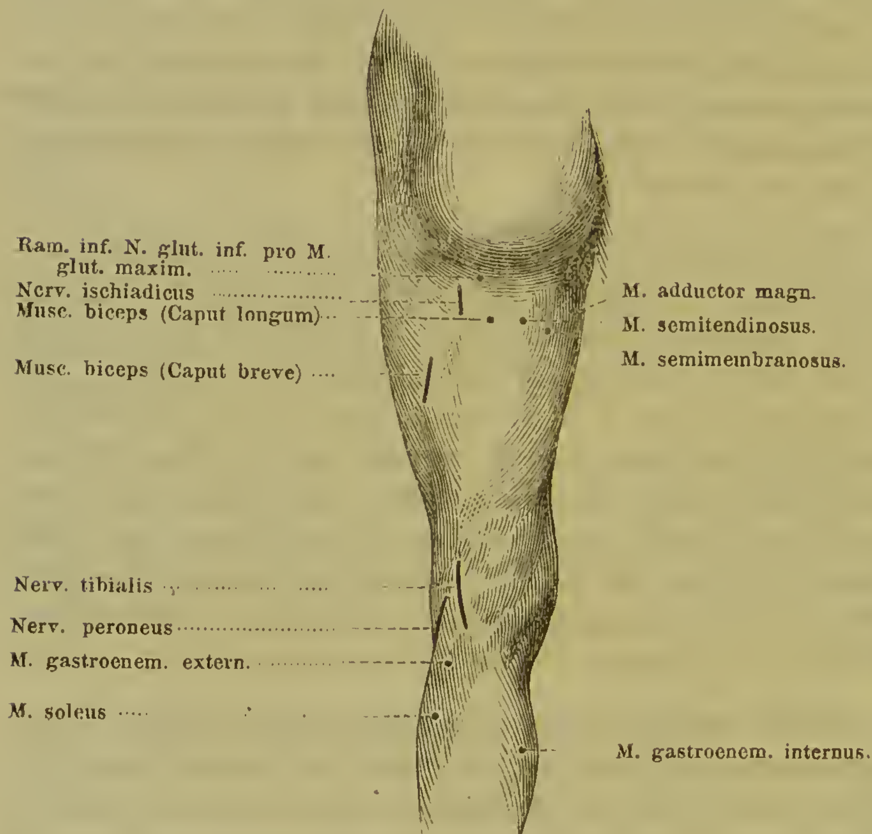
Der **N. ischiadicus** ist, obgleich bedeckt von den dicken Beugemuskeln des Unterschenkels, doch am unteren Rande des Glutaeus maxim. zwischen Trochanter major und Tuber Ischii in der Mitte (vgl. Fig. 18) durch tiefes Eindrücken einer starken mit ziemlich grossem Schwammpolster versehenen Electrode zu erreichen. Es ist jedoch hierzu wegen der Dicke der darüberliegenden Weichtheile ein starker Strom zu nehmen.

Der Effect ist besonders bei mageren Personen eine kräftige Beugung des Unterschenkels und Contraction in allen Muskeln

des Unterschenkels und Fusses mit lebhaften Schmerzen im Bereich sämmtlicher sensibler Zweige des Ischiadicus.

Auch zur Faradisirung der vom Ischiad. am Oberschenkel abgehenden motorischen Aeste ist wegen ihrer tiefen Lage ein starker Strom und kräftiger Druck erforderlich. Diese motorischen Aeste der Flexoren treten ziemlich alle in gleicher Höhe in ihre Muskeln ein, nämlich circa $5\,^3/_4''$ vom untern Umfange des Tuber Ischii oder $1\,^1/_2''$ vom unteren Ende des Glutaeus maximus entfernt.

Fig. 18.



Der **M. biceps femoris** erhält für sein Caput longum einen Ast hoch vom Ischiad. abtretend und von der Tiefe her in den Muskelbauch sich einsenkend; die Reizung (directe) des Caput long. geschieht oberhalb des Nerveneintrittes in der Mitte der hinteren Fläche des Oberschenkels (vgl. Fig. 18).

Das Caput breve erhält einen oberen Ast, der tiefer als der vorige vom Ischiadicus abgeht und tiefer und weiter nach aussen (vergl. Fig. 18) in den Muskel eintritt, und einen unteren Ast, welcher sich beinahe 2″ tiefer in denselben einsenkt, als der obere.

Der Ast des **M. semitendinosus** tritt ebenfalls in derselben Höhe (5 3/4″ vom Tuber Ischii) von der Tiefe her in den Muskel ein (vgl. Fig. 18).

Der Ast des **M. semimembranosus** theilt sich häufig in zwei Zweige, von denen der obere 5 3/4″ (vgl. Fig. 18), der untere 7″ vom Tuber Ischii entfernt eintritt.

Alle diese Punkte sind mit Berücksichtigung der angegebenen Entfernungen, und zwar an den inneren Rändern der Muskeln — d. h. an den der Medianlinie des Oberschenkels (N. Ischiadicus) zugewandten Rändern zu fixiren, gestatten jedoch immerhin nur die intramusculäre Reizung.

Der **Nerv. peroneus** ist sofort nach seinem Abtritte vom Ischiadicus am inneren Rande des M. biceps fem. und seiner Sehne zu erreichen. Viel sicherer aber und präciser geschieht die Reizung am hinteren Umfange des Capitulum fibulae (vgl. Fig. 19), welches dem Drucke der Electrode einen festen Widerstand leistet. Auch werden hier die oberhalb des Capit. fibulae vom N. peroneus abgehenden Nn. cutanei surales extern. und med. vermieden.

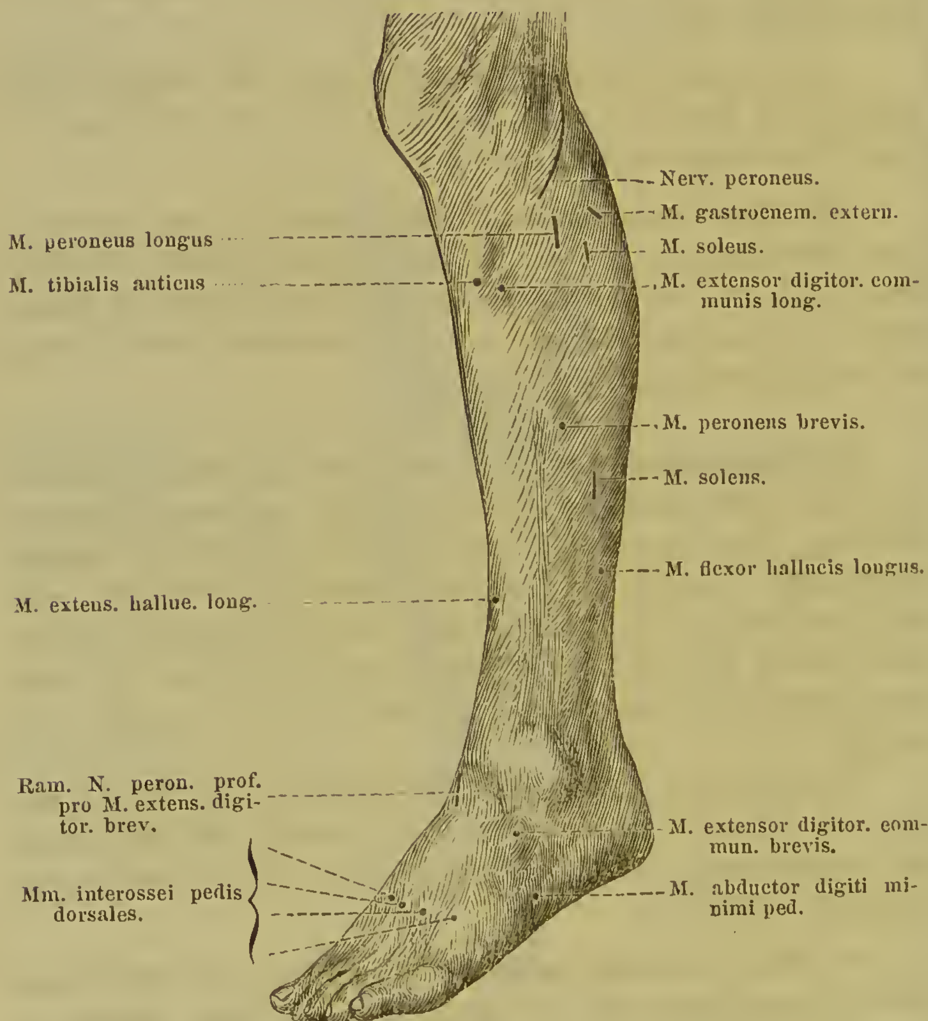
Die Wirkung ist Contraction der Peronei, des Tibialis anticus, des Extensor digitor. comm. long., brevis, und des Extensor hallucis long. — sowie Sensationen in den Nervis cutan. pedis dorsalibus.

Der **Nerv. peroneus superficialis** ist nicht selten dicht unter seiner Abtrittsstelle vom N. peron. prof. am Capit. fibulae zu reizen. Auf seinem Laufe nach unten giebt er (1″ von seiner Abtrittsstelle entfernt) zwei kurze Aeste für den **M. peroneus longus** ab, welche nach kurzem Verlaufe 2 und 2 1/2″ unter dem Capit. fibulae von der Tiefe her in den Muskel eintreten. Mit diesen Aesten in gleicher Höhe entspringt auch der Ast des **M.**

peroneus brevis, welcher hinter dem Longus herablaufend, dessen unterer Partie einen Ast giebt, und endlich 6—8″ unterhalb des Capit. fib. in mehrere Zweige getheilt in den Muskel eintritt.

Wegen ihres tiefen Verlaufes sind diese Nerven nur durch ihre Muskeln hindurch an den angegebenen Stellen (vgl. Fig. 19) zu reizen.

Fig. 19.



Nerv. peroneus profundus ist zuweilen eine kurze Strecke weit zu isoliren, und zwar nach seinem Durchtritte durch den M. peroneus longus.

Der **M. tibialis anticus** erhält von ihm an seinem Fibular-

rande am oberen Ende einen schwachen, etwas tiefer einen starken Ast; der letztere tritt ziemlich constant circa $3^{1}/_{2}''$ vom Capit. fib. entfernt ein (vergl. Fig. 19), und giebt gereizt eine kräftige Contraction des Muskels. Diese kann aber durch Hinzunahme der negativen Electrode für den schwächeren oberen Ast complettirt werden. Die Wirkung — Beugung des Fusses mit Erhebung seines inneren Randes — tritt vortrefflich und sehr instructiv für die Lehre von den Klumpfüssen zu Tage.

Der Zweig des **M. extensor digitor. commun. long.** tritt fast in gleicher Höhe mit dem des M. tibialis antic. in seinen Muskel ein am Fibular-Rande desselben (vgl. Fig. 19).

Der Zweig des **M. extensor hallucis longus** tritt in der Tiefe (circa $3^{3}/_{5}''$ vom Capit. fibulae entfernt) in den Muskel ein, ist aber an dieser Stelle vom M. extens. digitor. commun. und tibialis antic. bedeckt und deshalb nicht zu erreichen. Man muss sich aus diesem Grunde begnügen, den Muskel, nachdem er an die Oberfläche getreten ist (vgl. Fig. 19), durch intramusculäre Reizung zur Verkürzung zu bringen, welche einen genügenden Effect hat.

M. peroneus tertius ist in manchen Fällen isolirt zur Verkürzung zu bringen, indem man die Electrode in der Höhe des auf Fig. 19 angegebenen motorischen Punktes für den M. flexor halluc. long. — in einer auf den inneren Rand des innern Knöchels senkrecht gefällten Linie aufsetzt [1]).

Der äussere Endast des **N. peroneus profundus**, welcher zu dem **M. extensor digitor. commun. brevis** geht, ist nach seinem Durchtritte durch das Ligam. cruciatum zwischen den Sehnen des Extens. halluc. long. und Extens. digitor. comm. zu reizen, liegt aber tief, und kann deshalb nur bei mageren Personen und mit starkem Drucke erreicht werden (vgl. Fig. 19). Er setzt kräftige Zusammenziehung der vier kleinen Bündel auf dem Rücken des Fusses, welche ausserdem durch intramusculäre

---

1) An der für Fig. 19 benützten Versuchsperson war der Peroneus tertius nicht zu isoliren, daher musste dieser Punkt ausfallen.

Reizung isolirt oder zusammen zur Verkürzung gebracht werden können. Der motorische Punkt für die directe Reizung des Muskelbauches ist auf Fig. 19 unterhalb des äussern Knöchels angegeben.

Die Reizung des Muskels ist ebenso intensiv schmerzhaft, wie die des motorischen Nervenzweiges wegen der reichen Verästelungen des N. cutan. ped. dorsalis med., int. u. A. in der Haut des Fussrückens.

Der **M. flexor hallucis longus** ist ebenfalls an der äusseren Fläche des Unterschenkels im Anfang des unteren Drittels ziemlich weit nach hinten zu (vgl. Fig. 19) isolirt zu reizen. Er setzt kräftige Beugung der grossen Zehe und — wegen der in der Fusssohle stattfindenden tendinösen Verbindungen seiner Sehne mit den Sehnen des Flexor digitor. communis long. — auch der letzten Phalangen der übrigen Zehen.

Die Schmerzhaftigkeit der Faradisirung dieses Muskels beruht auf der Reizung der Ausbreitungen des N. cutan. surae extern. vom Peroneus und des N. suralis vom Tibialis.

Der **Nerv. tibialis** liegt nach dem Abgange des Peroneus in der Kniekehle nur von der Fascia poplitea, feiner Haut und geringem Fettpolster bedeckt, offen zu Tage (vgl. Fig. 18). Bei der Möglichkeit, ihn gegen seine feste Unterlage zu comprimiren, lässt sich die Erregung des Tibialis mit derselben Präcision ausführen als die des Peroneus. Der Effect ist energische Contraction aller an der hinteren Fläche des Unterschenkels und an der Sohle des Fusses gelegener Muskeln — sowie sehr schmerzhafte Sensation im N. suralis, und in den sensiblen Zweigen des N. plantaris int. und ext.

Die **Musculi gastrocnemii** erhalten vom N. tibialis zunächst für jeden Kopf einen Nerven, welche hoch oben vom Tibialis abtreten, und mit einiger Vorsicht auf ihrem Laufe zu den Köpfen der Gemelli isolirt werden müssen, um den Tibialis selbst oder den N. peroneus oder die verschiedenen rein sensiblen Nerven zu vermeiden. Reizung jedes einzelnen Astes setzt Verkürzung in dem betreffenden Kopfe und der entsprechenden Hälfte des gemeinsamen Bauches. Jede Hälfte aber des gemein-

samen Bauches erhält ausserdem noch einen Zweig vom Tibialis, welcher in der Vertiefung zwischen den Condylen hinter den Köpfen hinweg nach aussen läuft, und an dem Uebergange der letzteren in den Bauch beiderseits ganz oberflächlich und leicht erreichbar ist. Der innere Ast ist ein ganz Theil tiefer zu suchen, als der äussere (vgl. Fig. 18). Reizung jedes einzelnen setzt energische Verkürzung der entsprechenden Hälfte des Bauches ohne den Kopf. Hierbei wird der Muskel unter der schmerzhaften Empfindung des Wadenkrampfes steinhart und lässt seine Ränder scharf vorspringen. Der Soleus ist hierbei unbetheiligt.

Der Ast des **M. soleus** entspringt mit den letzteren Zweigen in gleicher Höhe, läuft zwischen Gastrocnem. und Soleus abwärts (mehrere Zoll) und tritt, verdeckt von der Dicke des Gastrocnemius-Bauches, ziemlich in der Mitte in den Soleus ein — unerreichbar für die Electrode. Dessenungeachtet erreicht man durch directe Muskelreizung, indem man jederseits am äusseren Rande des Muskels (vgl. Fig. 19 und 20) eine Electrode aufsetzt, eine kräftige Verkürzung des Soleus. Während dieser in Contraction steht, bleibt der Gastrocnemius schlaff und gewährt das Gefühl einer auf harter Basis liegenden weichen Geschwulst.

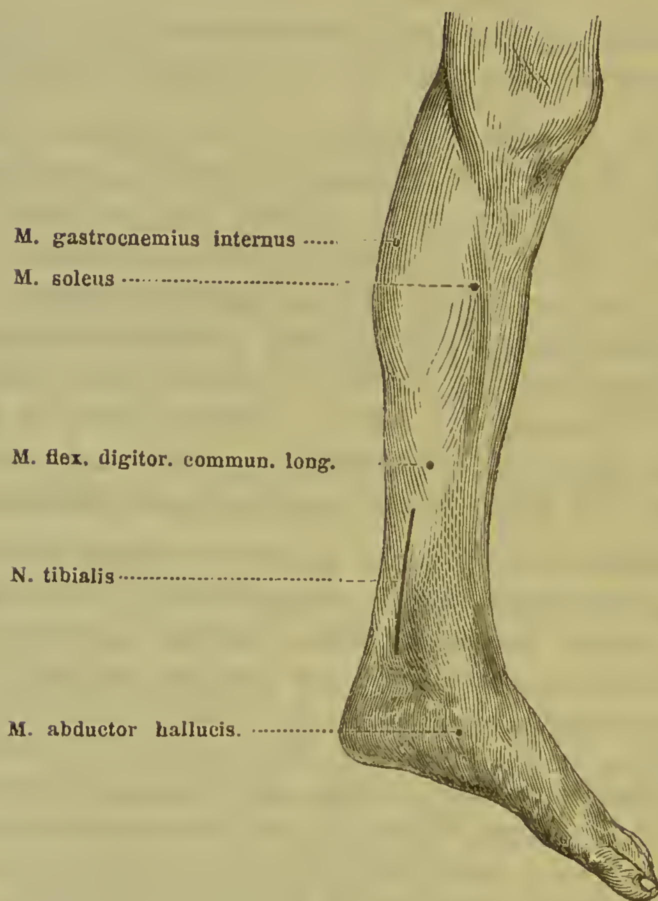
Am inneren Rande der Tibia, da wo der innere Rand des Soleus mit ihr im spitzen Winkel zusammenstösst, tritt der Ast des Tibialis, welcher für den **M. flexor digitor. commun. long.** bestimmt ist, hervor (vgl. Fig. 20) und gestattet hier eine kräftige Beugung der Zehen zu erzielen.

Der **M. tibialis posticus** entgeht der Reizung durch seine Lage ganz. Der **M. flexor hallucis longus** ist abgesehen von der oben (vgl. pag. 160) bezeichneten Stelle an der äusseren Fläche des Unterschenkels auch noch an der innern Fläche oberhalb des inneren Knöchels zur Verkürzung zu bringen, indem man die Electrode in den stumpfen Winkel einsetzt, welchen der innere Rand des Soleus mit der Achillessehne bildet. Bei dieser intramusculären Reizung des Flexor halluc. longus ist Vorsicht nöthig, damit nicht der sehr nahe gelegene N. tibialis von der Electrode mit getroffen werde.

Der **N. tibialis** ist nach seinem Austritte hinter dem Bauche

des Soleus ziemlich in der Mitte zwischen dem inneren Tibialrande und der Achillessehne zu finden (vgl. Fig. 20), und lässt sich abwärts bis an den hintern Umfang des inneren Knöchels verfolgen. Die Reizung desselben setzt Verkürzung in allen Sohlenmuskeln und schmerzhafte Sensation in den Nn. digitales plantares.

Fig. 20.



Zum Studium der **Fussmuskeln** vermeide man Personen mit sehr dicker Haut und harter Epidermis. Bei diesen erzielt man gar keine oder doch nur eine sehr geringe Wirkung, wenn man nicht die Füsse vorher einige Zeit in warmes Wasser setzte und einen starken Strom anwendet.

Von den Muskeln des Fusses ist ausser dem oben erwähnten, vom N. peroneus versorgten **M. extensor digit. comm.**

brevis isolirt zu reizen zunächst der **M. abductor hallucis.** Sein Nervenast wird getroffen am innern Fussrande in einer Linie, welche man am vorderen Rande des inneren Knöchels senkrecht zur Sohle herabzieht (vgl. Fig. 20). Auch die directe Reizung des Muskels gewährt eine energische Verkürzung. Dieser Muskel verbleibt, wenn er zur Verkürzung gebracht ist, gleich den Wadenmuskeln gerne auch nach dem Oeffnen der Kette noch eine Zeitlang in tetanischer Contraction.

Rückt man mit der Electrode von dem motorischen Punkte des Abduct. hallucis in senkrechter Linie circa 1 1/2″ in die Sohle hinein, so trifft man den Ast des **Flexor digitor. brevis**, welcher eine sehr kräftige Beugung der Zehen mit Ausnahme des Hallux setzt.

Der **Abductor digiti minimi** wird zu einer mässigen Verkürzung gebracht, wenn man die Electrode am äusseren Fussrande circa 1 1/2″ vom Metatarsophalangal-Gelenke der kleinen Zehe ansetzt (vgl. Fig. 19). Man kann übrigens hier ebenso wie beim M. abductor hallucis durch directe Reizung des Muskels längs seines ganzen Verlaufes einen kräftigen Effect erzielen.

Die **M. interossei** reizt man nur auf intramusculärem Wege und zwar vom Rücken des Fusses aus, indem man die Electrode 1/2—1″ vom Metatarsophalangal-Gelenke zwischen die Metatarsalknochen eindrückt (vgl. Fig. 19). Der Effect ist freilich nicht so in die Augen springend, als bei den Interosseis der Hand, allein man bemerkt auch hier deutlich Abduction der entsprechenden Zehe von der Mittellinie mit gleichzeitiger Beugung der ersten Phalanx und Streckung der zweiten und dritten Phalanx.

Die übrigen Fussmuskeln gestatten bei der Dicke der Bedeckung keine nennenswerthe Einwirkung.

Anhang.

Ich glaube im Interesse der Herren Collegen zu handeln, wenn ich im Nachstehenden die Bezugsquellen und die Preise der grösstentheils in der vorliegenden Schrift besprochenen gangbarsten Apparate und Nebenapparate angebe; insbesondere hoffe ich mir — nach den vielfachen Anfragen zu urtheilen, welche mir im Betreff der Wahl zweckmässiger Apparate während der letzten Jahre zugingen — den Dank der angehenden Aerzte zu erwerben, denen leider auf den meisten Universitäten noch immer nicht Gelegenheit geboten ist, sich mit der therapeutischen Anwendung des electrischen Stromes sowie mit der Handhabung der wichtigsten Apparate vertraut zu machen. Den jüngeren Collegen also, welche wegen der Wahl eines zweckentsprechenden Apparates und der dafür auszuwerfenden Summe in Zweifel stehen, seien die nachstehenden Zeilen vorzüglich gewidmet.

Apparate von Emil Stoehrer [1]).

	Thl.	Gr.
Nr. 1. Kleiner transportabler Inductionsapparat mit einem Zinkkohlen-Element und den nöthigsten Nebenapparaten in verschliessbarem Kasten von Mahagony (beschrieben und abgebildet auf Seite 64—67)	20	—

1) Preisverzeichniss neuer electrischer Heilapparate von Emil Stoehrer, Dr. ph. u. Mechaniker 1864. Dresden (Carlstr. 3).

Die vorgesetzten Nummern sind die laufenden Nummern in dem Preisverzeichnisse von Stoehrer.

		Thl.	Gr.
Nr. 2.	Grosser transportabler Inductionsapparat mit 2 Elementen und Nebenapparate in Kasten von Mahagony (beschrieben und abgebildet auf Seite 67—69)	32	—
„ 4.	Tascheninductionsapparat, bestehend aus zwei Kästchen von Mahagony, deren eins den Apparat mit Zubehör, das andere die Batterie in Plattenform enthält. Gewicht des Apparates 35 Loth .	14	—
„ 5.	Dämpfer für den primären Strom (Glasrohr mit Graduirung auf Fuss)	2	20
„ 6.	Umschalter, zu schneller Verwechselung des primären und secundären Stromes der Inductionsapparate mit Dämpfer für den primären Strom .	8	—
„ 7.	Galvanometer für Inductionsströme und den constanten Strom	6	—
„ 8.	Zimmerbatterie mit Einsenkungsvorrichtung u. Pachytrop, 2 Elemente auf Stativ von Mahagony[1])	8	—
„ 11.	Transportable Plattenbatterie aus Kohlezink für die Galvanokaustik, bestehend aus 2 dreifachen Systemen mit Einsenkungsvorrichtung auf Stativ (beschrieben u. abgebildet auf S. 88—90) .	29	—
„ 12.	Dieselbe Batterie gleicher Construction aus 4 dreifachen Systemen bestehend	48	—
„ 13.	Kohlezinkbatterie zur Erregung des constanten Stromes, bestehend aus 24 Elementen auf transportablem Stativ mit Pachytrop und Einsenkungsvorrichtung, Stromregulator mit Commutator, Dämpfer und Unterbrecher, Leitungsschnüren und den nöthigsten Stromgebern (beschrieben und abgebildet auf Seite 81—85) .	70	—

1) Diese Batterie dürfte sich für diejenigen Collegen empfehlen, welche bereits einen Schlittenapparat, aber ohne die zweckmässige Batterie mit der Hebe- oder Einsenkungsvorrichtung, besitzen. Um diese Elemente transportabel zu machen, möchte es rathsam sein, dieselben in einem verschliessbaren Kasten eingelassen zu bestellen.

		Thl.	Gr.
Nr. 14.	Dieselbe Batterie aus 32 Elementen; Stromregulator mit Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten des constanten Stromes sowie des primären und secundären Inductionsstromes in beliebiger Richtung, nebst Unterbrecher, Dämpfer, Leitungsschnüren und Stromgebern	90	—
„ 15.	Transportable Batterie für den constanten Strom, bestehend aus 32 Paaren Kohlezink in Plattenform in verschliessbarem Kasten, mit Stromregulator und Nebenapparaten in besonderem Kästchen	50	—
„ 16.	Dieselbe Batterie ohne Stromregulator . . .	40	—

Nebenapparate.

		Thl.	Gr.
„ 20.	Ein Paar Leitungsschnüre mit Haltern . .	—	15
„ 22.	Ein Paar Stromgeber aus Kohle, knopfförmig. 1/4 Zoll Durchmesser in Metallfassung mit Holzheft	—	20
„ 23.	Ein Paar dergleichen 1/2 Zoll Durchmesser .	—	25
„ 24.	Ein Paar dergleichen 1 Zoll Durchmesser . .	1	—
„ 25.	Ein Paar Stromgeber knopfförmig von Messing mit Platin belegt und mit Leder überzogen, 1/2 Zoll Durchmesser	1	10
„ 26.	Ein Paar dergleichen mit 1 Zoll Durchmesser	2	—
„ 28.	Doppelter Schwammhalter, zirkelförmig, verstellbar mit Holzheft	2	10
„ 30.	Olive von Silber mit isolirtem Stiel und Heftchen	—	20
„ 33.	Ein Pinsel von Silbergespinnst	—	15
„ 34.	Ein Pinsel von feinem Messingdraht . . .	—	15
„ 35.	Stromgeber für die Harnblase	—	25
„ 36.	Stromgeber für den Uterus mit Stellbogen und isolirendem Ueberzug	2	20
„ 37.	Stromgeber zur Electrisirung des Gehörganges, Trichter von Elfenbein mit metallener Zuleitung und Heftchen	1	10

Reserve-Gegenstände.

	Thl.	Gr.
Nr. 51. Ein vollständiges Kohlezink-Element . . .	1	15
„ 52. Ein Kohlencylinder mit Ring und Isolatoren .	—	25
„ 53. Ein Zinkcylinder mit Drahtbügel, amalgamirt	—	15
„ 54. Ein Cylinderglas	—	5
„ 55. Eine Kohlenplatte zur galvanokaustischen Batterie	1	15
„ 56. Eine amalgamirte Zinkplatte	1	—
„ 57. Ein ovales Glasgefäss für dieselbe Batterie .	1	5
„ 58. Eine Kohlenplatte für den Tascheninductionsapparat	—	10
„ 59. Eine Zinkplatte mit Knopf für denselben . .	—	10
„ 60. Eine Kohlenplatte für die transportable Batterie Nr. 15	—	20
„ 61. Eine Zinkplatte für dieselbe	—	15

Anhang.

Galvanokauteren.

	Thl.	Gr.
„ 40. Schneideschlinge mit 3 Paar Röhren nebst Platindraht	14	—
„ 41. Stricturenbrenner, grade	5	—
„ 42. Derselbe gebogen	6	—
„ 43. Porzellanbrenner, olivenförmig	5	15
„ 44. Derselbe cylindrisch	5	15
„ 45. Thränensackbrenner	3	15
„ 46. Zahnbrenner	3	15
„ 47. Galvanokauter mit abnehmbarer Platinarmatur	5	—
„ 48. Sämmtliche Instrumente in Etui von Mahagony	52	—
„ 49. Die Instrumente Nr. 40. 41. 42. 43. 45 und 47 in Etui	43	—
„ 50. Die Instrumente Nr. 40. 41. 42 u. 47 in Etui	32	—

Apparate von Siemens und Halske in Berlin [1]
(Markgrafenstrasse 94).

	Thl.	Gr.
Ein Volta-Inductor (Schlittenapparat) nach Du Bois Reymond (Beschreibung und Abbildung auf Seite 56—58).		
a) Die verschiebbare Rolle von $3\,^1/_4''$ Länge und circa 5000 Windungen	14	—
aa) Derselbe Apparat in Mahagony-Kasten mit Batterie-Ausschalter, Klemmen und Unterbrecher (ohne Batterie)	21	15
b) Die verschiebbare Rolle von 6″ Länge und cca 10000 Windungen	22	—
c) Ein Apparat in der Grösse von a, mit Grove'schem Elemente, 2 Flaschen für die Säuren und 1 Glastrichter in Mahagony-Kasten mit Schiebekästchen zur Aufbewahrung des Zubehörs (transportabler Apparat)	30	15
Apparate für die Anwendung des constanten Stroms nach Remak (vgl. pag. 80).		
1. Ein Stromwähler (Umschalter mit 2 Kurbeln und silberplattirten Knöpfen zur beliebigen Einschaltung von 1—100 Elementen	21	—
2. Ein Stromwender (Umschalter mit 1 Kurbel) zum Wechsel der Stromrichtung	6	—
3. Ein Galvanoscop mit dickem Umwindungsdraht zum Anzeigen des Strom's	9	—
4. Ein selbstthätiger Unterbrecher zur Regelung der Stromunterbrechungen	45	—
5. Ein Stromwechsler (Umschalter mit 2 Kurbeln) zur bequemern Einschaltung des constanten Stromes und eines Inductionsstromes bei parallelem Gebrauche beider	10	—

1) Nach einem Preisverzeichnisse aus dem Jahre 1858.

Nebenapparate.

	Thl.	Gr.
Excitatoren oder Electroden, stabförmig von verschiedener Stärke bis zu $^1/_4''$ Durchmesser incl. Heft und Klemmschraube.		
a) Zum Gebrauch für Electrisirung von äusseren Körpertheilen	—	20
b) Für innere Körpertheile mit isolirendem Ueberzug	1	5
Leitungsschnüre zur Verbindung des Apparates mit den Excitatoren.		
a) Von Silberschnur mit Seide übersponnen 4″ lang, à Paar	—	20
b) Dieselben mit einer weitern Umhüllung von Gummischlauch à Paar	1	10

Batterien.

	Thl.	Gr.
Daniell'sches Element, bestehend aus Glas, porösem Thonbecher, Kupfer und Zink (verquickt ohne Klemmen).		
a) ein Element von circa 4″ Höhe	—	10
b) „„ „ „ „ 6″ „	—	20
Polklemmen, von denen für jede Batterie 2 nothwendig sind, à Stück	—	5
Grove'sches Element von 3″ Höhe in verschliessbaren Kasten nebst Klemmvorrichtungen, 2 Glasflaschen für Säuren und einen Glastrichter . .	9	—

Reserve-Gegenstände.

	Thl.	Gr.
Ein Zinkpol für ein Daniell'sches Element a .	—	$3^1/_2$
„ „ „ „ „ „ „ b .	—	$7^1/_2$
„ „ „ „ Grove'sches „ . .	—	$8^1/_2$
Ein poröser Thonbecher zu Daniell's Element a	—	$1^1/_2$
„ „ „ „ „ „ b	—	3
„ „ „ „ Grove's „	—	$2^1/_2$

M. corrugator supercil.
M. compressor nasi. et pyramidal nasi.
M. orbicular. palpebr.
M. levator. lab. sup. alaeque nasi.
M. levator. lab. sup. propr.
M. zygomatic minor.
M. dilatat narium. { aut. post.
M. zygomatic. major.
M. orbicularis oris.
Ram. comm. pro Mm. triangular. et levator. menti.
M. levator menti.
M. quadratus menti.
M. triangularis menti.
Rami subcutan. colli N. facial.
Rami cervical. pro Platysmat.
M. sternohyoideus.
M. omohyoideus.
M. sternothyreoideus.
M. sternohyoideus

M. frontalis
Mm. attrahens et attollens auriculae.
Mm. retrahens et attoll. auricul.
Musc. occipitalis.
Nerv. facialis.
Ram. auricular. post. prof. N. facialis.
M. stylohyoideus.
M. digastricus.
Rami buccales N. facialis.
M. splenius capitis.
Rami subcutan. maxill. infer.
Ram. ext. N. accessorii Willisii
M. sternocleidomastoideus.
M. Cucullaris.
M. sternocleidomastoideus.
M. levator anguli scapulae
N. thoracic. post. (Mm. rhomboidei)
N. phrenicus.
M. omohyoid.
N. thoracic lateral. (M. serrat. magn.)
N. axillaris
Ram. plex. brachialis. (N. musculocutan., pars N. mediani.)
N. thoracic. ant. (M. pectorales.)

Photograph v. Albrecht
Lith. Anst. v. A. Kolb